МЕТЕОРОЛОГИЈА
или
НАУКА О ВРЕМЕНУ

од

ЉУБОМИРА М. ЂУРИЋА
ВАЗДУХОПЛОВНОГ КАПЕТАНА I КЛАСЕ
ВОЈНОГ ПИЛОТА
ШЕФА ВАЗДУХОПЛОВНЕ МЕТЕОРОЛОШКЕ СЛУЖБЕ

ДРУГО ПРЕРАЂЕНО И ДОПУЊЕНО ИЗДАЊЕ

(Са 120 цртежа и слика у тексту и 24 слике облака у прилогу)

— ИЗДАЊЕ ПИШЧЕВО —

НОВИ САД
ШТАМПАРИЈА ЈОВАНОВИЋ И БОГДАНОВ
1932.



ПРЕДГОВОР

Прво издање ове књиге изашло је у доста скученом обиму и више као уџбеник за наставу само у ваздухопловним школама. Али због недостатка литературе ове врсте и ова се књига много тражила и убрзо је исцрпљено то прво издање.

Ово друго издање разликује се знатно од првога и управо толико да чини сасвим ново дело

При изради ове књиге трудио сам се да у довољном опсегу обухватим и на што простији и јаснији начин прикажем све метеоролошке елементе, односно све временске појаве, са циљем да ова књига буде потпун и за свакога приступачан уџбеник из Метеорологије. У колико у томе можда нисам успео има доста разлога у чињеници, што је ова наука код нас до сада била доста запостављена, неразвијена и скоро непозната, те на нашем народном језику нема, не само стручне литературе, већ ни одговарајућих израза за сваку метеоролошку појаву. Из овога разлога морао сам у приличном броју случајева да по своме нахођењу стварам поједине називе и изразе, што можда неће најбоље одговарати у свима крајевима наше земље. Бићу захвалан свакоме ко ми буде ставио до знања евентуалну неподобност узетих израза, а нарочито онима који ми буду предложили боље и тачније изразе, што ће послужити за стварање метеоролошке терминологије на нашем језику.

Поред наставног правца коме сам посветио највише пажње, нарочито сам настојао још и у томе погледу, да ова књига буде и као ручни требник на метеоролошким станицама, ради чега сам је нарочито допунио потребним обрасцима, цртежима, сликама и таблицама.

Крајњи пак циљ ове књиге је: утирање пута за стварање стручне литературе из области ове науке на нашем језику. Сваки чланак у овој књизи може се далеко подробније излагати, рашчлањавати и разрађивати, и о сваком метеоролошком елементу могу се читаве књиге писати. Зато ова књига, која иначе обухвата сву грађу опште метеорологије, у колико сама не би пружала довољна знања за неке посебне

потребе, она бар указује пут којим би требало даље ићи и пружа преглед материјала који би се имао даље обрађивати. У овоме циљу изнет је на крају књиге преглед савремених стручних дела страних писаца, као и преглед сада постојећих домаћих издања метеоролошког карактера, која дела могу заинтересованима помоћи да дубље и темељније уђу у науку о времену, а којима сам се и ја служио при изради ове књиге.

Најзад морам напоменути, да је појаву ове књиге изазвала на првом месту прека потреба за проучавањем времена у нашој земљи са гледишта ваздухопловства, која је потреба од битне важности по сигурност, прецизност и економичност летења. Познавање времена за ваздухопловца има исто толико значаја колико и познавање спрудова, плићака и струја за морнара, и колико познавање сигнала, окука и укрсница за железничара. Нoторна је чињеница данас, да успех летења, поред савршенства ваздухоплова и извежбаности летећег особља, зависи још једино од временских прилика. Са тога разлога дакле имао сам у виду на првом месту потребе ваздухопловства.

На другом месту имао сам у виду општу потребу познавања Метеорологије у нашој земљи. Наша је земља пољопривредна земља, а сви радови пољопривредника су у зависности од времена. Колика би се услуга учинила нашем сељаку када би му се макар и са приближном тачношћу најавило повољно време за сетву, косидбу, жетву, бербу итд?

С друге стране, наша земља, са свога повољног географског положаја и врло различитих орографских и климатских прилика, спада у најинтересантније земље за метеоролошка проучавања. Међутим она, на жалост, са метеоролошког гледишта спада и у најнепроученије земље у Европи. Узрок је томе само неупућеност нашег света, па и интелигенције, у науку о времену и у практичну и хуману страну те науке. Некако и само име „Метеорологија" нема привлачности, скрива у себи неку тајанственост и држи под плаштом свој садржај. Време је увелико да се тај плашт полако открива и у томе погледу мислим да овом књигом чиним један корак.

Нови Сад, јула 1932 године.

Љуб. М. Ђурић

Увод

Појам о метеорологији. — Метеорологија*) је наука која проучава атмосферу и све природне појаве у њој, као што су: температура ваздуха, атмосферски притисак, ветрови, облаци, магле, водени талози, светлосне и електричне појаве итд. Она дакле проучава све елементе из којих се састоји *време,* а исто тако и све временске облике и појаве. У њен задатак спада и испитивање узрока постанка временских појава, услова њиховог развитка и преображаја, и најзад, изналажење правила за предвиђање (прогнозу) времена. Крајњи циљ метеорологије је *предвиђање времена.* Са ових разлога метеорологија се са правом зове *наука о времену.* Поменуте природне појаве у атмосфери зову се *метеоролошке појаве* или *метеоролошки елементи,* или пак *временске појаве.*

Многи метеорологију мешају са астрономијом, ма да су то две посебне науке. Метеорологија, као што рекосмо, проучава атмосферу и временске појаве у њој, док се астрономија бави само проучавањем небесних тела: звезда, планета, комета и других.

Појам о времену. — Метеоролошко време је *стање атмосфере* оличено скупом метеоролошких елемената. Али се обично време карактерише оним елементом, који се највише истиче и каже се на пример: „облачно", „кишно", „хладно", „топло" итд. Ако се два и више елемената приближно подједнако истичу, онда се и време обележава са две или више ознака, на пример: „облачно и магловито", „хладно, кишно и ветровито", „делимично облачно, тихо и топло" и слично.

Када су сви метеоролошки елементи умерени, тј. када је температура блага, ветар слаб, небо ведро или са мало облака, али без водених талога, каже се да је „време лепо".

Као синоними „времена" употребљавају се и ови изрази:

*) Од грчке речи *метеор* — високо и *логос* — наука.

„временске појаве", „временске прилике", „метеоролошки услови" „атмосферске појаве" и слично. Ружно време се често назива: „невреме", „непогода", или „елементарна непогода". Овај последњи израз се нарочито употребљава онда, када је време проузроковало извесну штету.

Време је пролазно стање и променљива појава и у времену и у простору. Оно има највећег утицаја на целокупни живот на земљи: природу изобличава; омогућује или искључује живот у појединим пределима; утиче на позитивни или негативни развитак човека, на здравље, расположење, менталитет и све његове душевне и физичке особине; одређује начин живота и главно занимање, намеће културни ниво и условљава степен цивилизације целокупном људском роду. Заправо, по речи великог филозофа, „време гради, време разграђује"!

Иториски развитак метеорологије. — Зависност човека од времена несумњиво је будила интересовање људи свих времена да докуче тајне атмосфере и протумаче шта им се отуда спрема, као што ни данас нема човека који не би желео да зна унапред: какво ће време бити! Према томе, метеорологија је исто толико стара колико и човек.

Али старост метеорологије није у правој сразмери са напретком те науке. У старо време атмосферске појаве, као и све друге појаве на небу, сматране су за чине у „божјој руци", као „божја воља" и „ћуд" па људима не беше дозвољено да се мешају у те „божанске ствари". Многи који су у давнашња доба покушали да временске појаве тумаче природним процесом, оглашавани су за јеретике, бивали су прогањани, каменовани, па су и на ломачи завршавали. Зато је метеорологија вековима и хиљадама годинама, као божанство, стајала на мртвој тачци и зато она нема никаквих научних тековина из старијих времена.

Једино што је остало из тих давнашњих доба, то су емпириска претсказивања или гатања о времену, која се заснивају на дугим посматрањима и праћењима атмосферских појава, као и појава код животиња, птица, риба, инсеката итд. Али ова емпириска претсказивања, као и сва друга гатања и врачања немају карактер научних истина.

Ово старо доба, оличено емпириским претсказивањем времена, могло би се назвати *емпириско доба.*

Ново доба у развитку метеорологије почиње са проналаском метеоролошких инструмената. Тада су почела прва научна испитивања и тек је тада метеорологија добила научни облик.

Први, а у исто време и најважнији метеоролошки инструменат, живин барометар, пронашао је италијански физичар Торичели 1643 г. и тек отада су почела прва мерења атмосферског притиска. Први термометар је сагређен 1705 године, а сви други метеоролошки инструменти су новијег датума.

У току осамнаестог века почето је и са подизањем метеоролошких станица, али ових није било у великом броју чак ни до половине деветнаестог века. Прве метеоролошке станице оснивали су већином астрономи, уз астрономске опсерваторије, па се отуда и данас понегде налазе метеоролошки и астрономски институти под истим кровом.

Први метеоролошки научни радови били су локални и искључиво кабинетски, те нису имали великог практичног значаја и примене. Резултати метеоролошких станица служили су поглавито климатологији, а прогноза времена је преживљавала једно прелазно стање од емпириске ка научној прогнози. И у томе се добу знало само за локалну прогнозу, за коју је барометар био главно мерило.

Ово друго доба развитка метеорологије, дакле од половине седамнаестог до половине деветнаестог века, могло би се назвати: *локално доба.*

Половином деветнаестог века обележен је нови и врло значајан датум у развитку метеорологије. То је било управо после бродолома француских и енглеских бродова на Црном Мору, за време кримског рата, који се бродолом догодио 14 новембра 1854 године, услед изненадне појаве орканских ветрова. Славни француски астроном и метеоролог, Ле Вериje, био је позван да испита метеоролошке околности ове катастрофе. Добивши податке из целе Европе, Ле Верије је нашао, да дотични оркански ветрови нису били локална појава, већ да су исти прешли са северозападне на југоисточну Европу. По случају бродолома он је дао закључак, да би овај био избегнут, да је у то време постојала телеграфска веза између Беча и Крима, којом се могао јавити наступ дотичног оркана.

Овај закључак Ле Верије-а, због његова високог ауторитета као научника, имао је врло повољног утицаја на даљи развој метеорологије. Одмах затим број метеоролошких ста-

ница је знатно порастао и организована је међународна сарадња метеоролога свију земаља. Та се сарадња у главном састојала у размени метеоролошких података између појединих земаља путем телеграфа, која је размена отпочела већ 1857 године.

Сакупљањем и упоређењем метеоролошких података из разних земаља дошло се до нових открића о метеоролошким појавама: омогућено је обухватање њихових размера, проучавање структуре, одређивање облика, интензитета идт., а нарочито је омогућено праћење њиховог кретања и еволуције, све помоћу шематског претстављања разних метеоролошких елемената на нарочитим картама које су назване *синоптичке карте*. Овај начин проучавања метеоролошких појава назван је *синоптичка метода*, и та је метода данас толико развијена, да чини посебни део метеорологије који се зове *синоптичка метеорологија*.

У најновије доба, поред синоптичке метеорологије, развила се и тзв. *динамичка метеорологија*, која претставља данашњи врхунац науке о времену, а о којој ће бити опширно речи у IV делу ове књиге.

Ова трећа етапа у развоју метеорологије претставља модерну метеорологију или *модерно доба*.

Подела и примена метеорологије. — Ма да је метеорологија као наука врло млада и спада у најмлађе научне дисциплине, ипак је она због своје важности и многоструке примене врло развијена и преставља опсежан појам. Према природи послова којима се бави и циљевима којима служи, метеорологија се дели на:

1) *Опшшу метеорологију*, која теорно и практично испитује све метеоролошке елементе и појаве и установљава владајуће стање времена (дијагнозу времена).

2) *Аерологију* (висинску метеорологију), која проучава метеоролошке елементе и, уопште, временске појаве на висинама.

3) *Климатологију* (статистичку метеорологију), која се бави срећивањем метеоролошких података (резултата), израчунавањем средњих вредности појединих метеоролошких елемената и проучавањем поднебља (климатског карактера) појединих места, области, покрајина, предела.

4) *Прогнозу времена* (прогностичку метеорологију), која на основу постојећег стања времена доноси закључак о будућем времену, што је управо највиши циљ метеорологије.

У новије доба метеорологија се дели на посебне гране, било према специјалним и научним потребама, за које се искоришћују метеоролошки подаци, или према начину вршења стручног рада. Тако данас постоје ове гране:

5) *Ваздухопловна (аеронаутичка) метеорологија*, која прибавља и издаје све метеоролошке податке који су потребни за ваздушну пловидбу.

6) *Поморска (маритимна) метеорологија*, која служи потребама поморског (воденог и ваздушног) саобраћаја.

7) *Пољопривредна (аграрна) метеорологија*, која служи пољопривредном свету за указивање повољних прилика и времена за сетву, жетву и обављање свих пољских радова.

8) *Медицинска (биолошка) метеорологија*, проучава метеоролошке услове за живот у разним крајевима, поглавито са гледишта климатотерапије.

9) *Синоптичка метеорологија* прикупља метеоролошке податке од што већег броја метеоролошких станица, израђује шематске метеоролошке карте и врши проучавање времена по тим картама, слично изучавању географије.

10) *Динамичка метеорологија* проучава кретања у атмосфери која се врше под утицајем разних сила које су у стању да произведу та кретања.

ДЕО ПРВИ

ТЕМПЕРАТУРА*)

ГЛАВА I

УТИЦАЈ СУНЦА НА ВРЕМЕНСКЕ ПОЈАВЕ

Узрок стварања временских појава. — Временске појаве стварају се због разлике у температури, која постоји између појединих предела на Земљи или у атмосфери. Када ове разлике не би било, односно када би температура на целој Земљиној лопти била једнака, не би било никаквих кретања ваздуха, нити би било услова за стварање разних временских појава. У том би случају, дакле, владало свуда исто време.

Разлике у температури на Земљи настају због неједнаког загревања свих предела од стране Сунца, јер округлина Земље и неједнака природа њена тла не омогућују свуда подједнак пријем Сунчеве топлоте. Највеће разлике у температури постоје између екватора и полова и у њима лежи основ за сва ваздушна кретања у слободној атмосфери.

Калориски ефекат Сунца. — Главну и управо сву топлоту, која игра улогу у стварању временских појава, Земља добија од Сунца. Извесне количине топлоте које долазе: од зрачења осталих небеских тела, из унутрашњости Земље, од разних хемиских процеса (сагоревања) на Земљи, од дисања живих бића итд. су незнатне и не играју улогу у стварању временских појава. С тога метеорологија занемарује проучавање других извора топлоте сем Сунца, и само у Сунчевом дејству налази узроке за сва стварања временских појава. Топлота Сунца цени се на 6.500°**) (у фотосфери), а количина

*) Под температуром неког тела има се разумети његово топлотно стање па било оно изнад или испод 0°.

**) Степени температуре у овој књизи узети су по Целзијевој скали (С).

топлотне енергије у калоријама коју Сунце даје од себе за годину дана прелази сваки аритметички назив и износи (34 цифре):

3.800.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.

Од ове количине долази на Земљу (на границу атмосфере), на 1 см.² 321.000 калорија годишње, а доспева до земљине површине на екватору (по пролазу кроз атмосферу) у средњој вредности само 231.000 калорија на 1 см.² годишње.

Губитак топлоте у атмосфери тумачи се тиме, што ваздух упија (апсорбује) топлоту Сунчевих зракова, и то у толико више, у колико у њему има више страних материја: водене паре, прашине, угљене киселине и т. д.

Затим, због привидног кретања Сунца од једног повратника до другог, екваторске области, које су најближе Сунцу, добивају највише топлоте. Сам екватор има два максимума (21 марта и 23 септембра) и два минимума (22 јуна и 22 децембра) зрачне енергије годишње, јер Сунце, крећући се привидно између повратника, прелази преко екватора два пута у једној години.

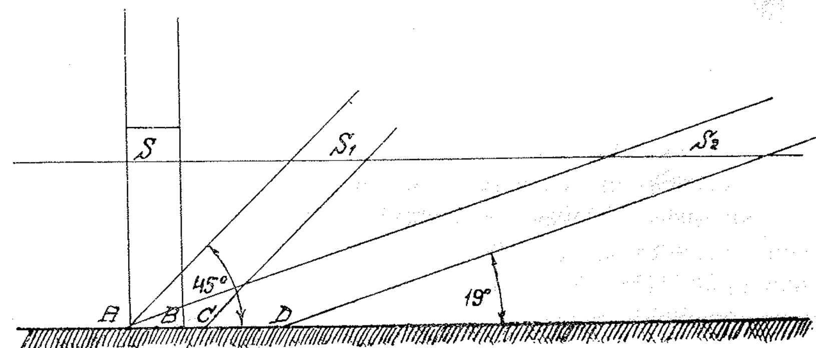
Средње географске ширине (умерени појас) имају само један максимум и један минимум температуре годишње. Зрачење Сунчеве топлоте у овим областима расте од зимске краткодневице до летње дугодневице, упоредо са привидним приближавањем Сунца и са дужањем дана. Обратно, од летње дугодневице до зимске краткодневице, зрачна топлота опада сразмерно привидном удаљавању Сунца и краћању дана.

На половима дан и ноћ трају по шест месеци. За време дана (у лето на северном, а у зиму на јужном полу) Сунце изазива повишење температуре, а за време ноћи (у зиму на северном, а у лето на јужном полу) температура се само смањује. И полови дакле имају један максимум и један минимум температуре годишње.

Неједнако загревање земљине површине долази и отуда, што Земља, крећући се око Сунца по еклиптици, мења свој положај према Сунцу, а промена положаја има за последицу: мењање дужине дана и ноћи и мењање углова под којима падају сунчеви зраци.

У колико Сунце остаје дуже над видиком, у толико је ефекат његове топлоте већи. Обратно: краћем дану следује дужа ноћ, а ноћу земља само губи топлоту. Отуда су на северној полулопти лета топла, а зиме хладне, а на јужној полулопти је управо обрнут случај.

Косина угла под којим падају Сунчеви зраци игра нарочиту улогу, јер коси зраци имају мањи калориски ефекат од окомитих зракова. Ово долази отуда, што коси зраци секу атмосферу тангенционално и тиме чине дужи пут кроз ваздух, те губе више од своје топлоте. Окомити пак зраци пролазе најкраћи пут, тј. секу тањи слој атмосфере и отуда мање губе од своје топлоте него коси зраци. Затим, и на самој земљиној површини, окомити зраци мање се расипају него коси па је и зато њихов ефекат јачи.



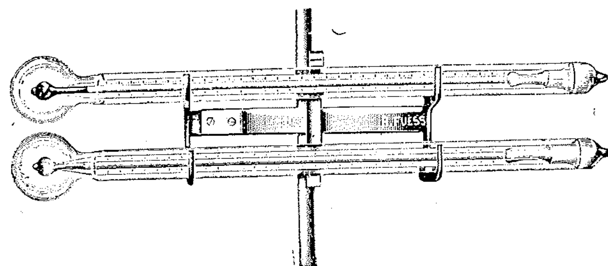
Сл. 1 — Расипање косих зракова

На пример: ако сноп сунчевих зракова S на слици 1 пада окомито на земљу, он ће загревати површину AB, а ако пада под углом од 45° (S_1) онда ће загревати површину AC, која је за једну трећину већа од AB. Према томе и јачина загревања извесне тачке на површини AC биће за $^1/_3$ слабија од загревања неке тачке на површини AB. Ако пак узмемо исти сноп зракова (S_2) да пада под углом од 19°, он ће загревати површину AD, која је трипута већа од AB.

Обзиром на дебљину атмосфере и на косину угла, при ведром времену, када је Сунце на 10° над хоризонтом, оно даје земљи само 5% својих зракова, на 30° даје 31%, на 50° = 55%, а на 90° свега 78%. Дакле, преко $^1/_5$ губи се просечно и онда, када зраци падају сасвим окомито.

Актинометар. — За мерење топлоте сунчевих зракова постоји инструменат звани: *Актинометар* (сл. 2). Он се састоји из два прецизна живина термометра, истих димензија и

исте термометарске скале. Један од ових термометара је очађен, а оба су, сваки за себе, затворени у стаклене цеви из којих је извучен ваздух. Очађени термометар показује на сунцу вишу температуру од неочађеног, а према разлици између ова два термометра израчунава се јачина сунчевих зракова.



Сл. 2 — Актинометар

Ако са актинометром пођемо на висине, видећемо да јачина сунчева зрачења расте са висином. Сунце, дакле, више пече на већој висини, и управо на висини од 2000 метара јачина сунчева зрачења је 1,5 пута већа од оне на земљиној површини. Што је горе ваздух хладнији и што на великим висинама траје вечити снег, томе је узрок велика разређеност ваздуха, у великим висинама, јер се разређен ваздух неда загрејати.

Соларна константа. — Соларном константом се зове стална количина топлоте, коју Сунце предаје Земљи, тј. она количина која стиже на највише слојеве ваздуха за 1 минут, на 1 см^2. Та количина није увек апсолутно иста, већ се мења према стању Сунца, тј. према броју тзв. пега на њему. Већу количину топлоте Сунце даје од себе онда, када на њему има више пега, а мању онда, када је ових мање. Ово стога, што су пеге слике разних поремећаја на Сунцу (ерупција, вртлога), при којима се одбија у васиону већа количина топлоте него онда када пега нема, тј. када је Сунце мирно и глатко.

ГЛАВА II

ТЕМПЕРАТУРА ВАЗДУХА

Загревање ваздуха. — Ма да сунчани зраци пролазе кроз атмосферу и ма да их ваздух доста упија (апсорбује), ипак се тиме температура ваздуха скоро ништа не повишава. Мерењем у вишим слојевима је утврђено, да се сунчаним зрацима ваздух непосредно загрева једва за један степен дневно у просечној вредности.

Главну и скоро сву топлоту ваздух добија од земље. Сунчеви зраци падају на земљу, загревају њену површину, а одатле се топлота преноси на ваздух додиром овога са земљом. Молекили ваздуха, који су у додиру са земљом, загревају се, постају лакши и дижу се увис; други пак, хладни, спуштају се наниже, загревају се од земље, и такође се дижу. Тако наступа вертикално струјање ваздуха (конвекција) и тиме се ваздух још више загрева. Топао ваздух, дижући се увис, предаје топлоту слојевима кроз које пролази и тако се загрева ваздух и до извесне висине, али приземни слојеви ипак остају најтоплији.

Вода такође, и на исти начин, загрева ваздух, само у много мањој мери. Њој треба скоро два пута више топлоте него земљи па да се загреје за један степен. Осим тога она пропушта зраке и у своју дубину, док код земље зраци загревају само површину. Уз то је још површина воде глатка и зраци се великим делом одбијају натраг у атмосферу, а код земље је шупљикава и тиме, не само да се мање одбијају зраци, већ и већа количина ваздуха долази у додир са земљом.

Зими пак вода загрева ваздух више него земља, јер се земља у дугим ноћима много охлади, а вода, нарочито морска, сачува још увек добар део топлоте од лета. Кад се горњи слој воде охлади, он потоне, јер постаје тежи него што је слој под њим, па онда овај други наставља загревање ваздуха, затим трећи и тако редом. Морска површина, нека је преко

дана топла 30°, преко ноћи се расхлади тек за 0.5°, док се површина земље некад загреје и до 60°, а преко ноћи расхлади и до 10°.

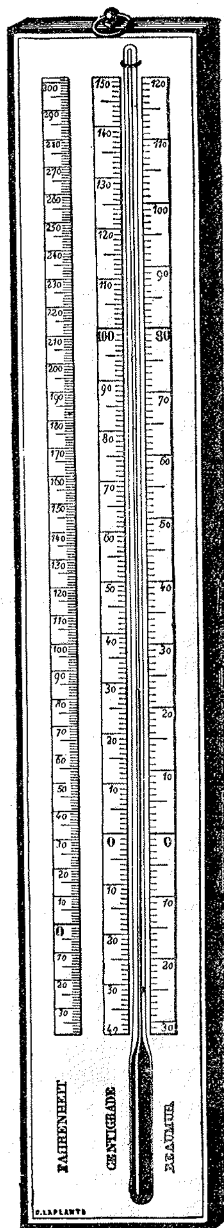
Мерење температуре ваздуха. Термометри. — За мерење температуре ваздуха употребљавају се термометри са живом и алкохолом. Они се састоје из танке стаклене цевчице, чији је један крај проширен и зове се *резервоар*. Цевчица је с оба краја затворена, пошто је претходно из ње извучен ваздух, а упуштена одређена количина живе или алкохола. Ваздух је извучен зато, да би се жива или алкохол могли несметано ширити дуж цевчице

Сл. 3. Термометар.

Прецизни термометри, као што је онај на слици 3, поред цевчице са живом или алкохолом, имају и једну спољну цев, такође стаклену, која служи за заштиту унутрашње танке цевчице од директног додира, јер би се директним додиром, на пример руке, могла изменити температура код термометра.

Термометри са живом највише су у употреби, јер жива најбоље реагира на промене температуре. Термометри са алкохолом употребљавају се само за мерење веома ниских температура, пошто при ниским температурама жива отврдњава и престаје бити довољно еластична и осетљива на промене температуре. (Познато је да се жива може и ковати на температури од —39).

Термометарске поделе (скале). — Сваки термометар има своју поделу



Сл 4. — Термометарске поделе.

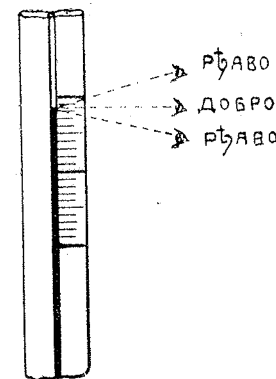
(скалу) за мерење температуре. Код неких термометара подела је урезана на самој цеви у којој се креће жива или алкохол, а код других пак постоји нарочита подела на једној дашчици (обично од слонове кости), која је причвршћена уз танку стаклену цевчицу, а споља заштићена заштитном цевљу о којој је мало пре било говора.

Термометарских подела има три врсте: Целзијева, Реомирова и Фаренхајтова (сл. 4). Највише је у употреби Целзијева подела, код које 0° означава тачку смрзавања, а 100° тачку кључања воде, под притиском од 760 мм., а на географској ширини од 45°. Реомирова подела на 0° показује такође тачку смрзавања, а на 80° тачку кључања воде. Код Фаренхајтове поделе тачка смрзавања је означена са 32°, а тачка кључања воде са 212°. Фаренхајтова термометарска подела за сада је у употреби само у Сједињеним Државама и Енглеској, као и у колонијама ових држава, а све друге државе употребљују термометре са Целзијевом поделом. Реомирова подела више се не употребљава у Метеорологији.

Однос између Фаренхајтове (F), Целзијеве (C) и Реомирове (R) поделе је овај

$$\frac{F-32}{9}=\frac{C}{5}=\frac{R}{4}.$$

Читање (осматрање) термометра врши се са тачношћу од $^{1}/_{10}$ степена. Цели степени увек су урезани на скали, а десети делови, у колико нису урезани, оцењују се од ока. При читању термометра око посматрачево мора бити увек у висини вршка живе (или алкохола) у термометру, као што приказује слика 5. Иначе би било погрешно читање, ако би око било више или ниже, тј. ако би се при читању температуре гледало озго или оздо.



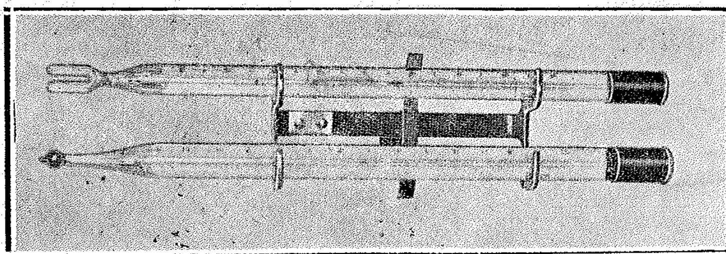
Сл. 5. — Читање термометра.

Проверавање тачности термометра врши се бар једанпут годишње. Најбоље је овај сравњивати са нормалним термометром који мора имати свака метеоролошка станица првога реда. Ово се сравњивање врши на тај начин, што се термометар који се хоће сравнити,

стaвља заједно са нормалним термометром у нарочити суд са водом, па се онда температура воде повишава или смањује, а сравњивање се врши читањем термометра на сваких 5⁰ промене температуре. Показана разлика између обичног и нормалног термометра, при разним температурама, узима се у будуће увек у обзир код мерења температуре термометром који отступа од нормалног термометра.

За проверавање тачности 0⁰ (нуле) може се приступити још простијем поступку. Термометар се у том случају ставља у лед који се топи, или у воду с ледом, па се онда проверава нула степени. Ако се покаже разлика на пример: за 0,⁰3 позитивна или негативна, онда ту разлику треба додати или одузети при сваком читању термометра.

Максимални термометар (сл. 6 доњи термометар). — Максимални термометар служи за мерење највише температуре за 24 сата, или за које се време хоће. Он је исти као и обичан термометар, само је његова цевчица, кроз коју пролази жива, при дну (до резервоара) стешњена тако, да се жива не може сама од себе враћати у резервоар, као код обичног термометра, већ она остаје на највишем ступњу докле се попела при повишењу температуре. Да би ово задржавање живе било успешније и сам се термометар поставља хоризонтално, јер у таквом положају жива мање тежи да се враћа у резервоар.



Сл. 6. — Максимални и минимални термометар.

Читање максималног термометра врши се као и код обичног, тј. гледа се крајњи вршак живе на скали.

Осматрање максималног термометра врши се обично једанпут дневно и то при проследњем дневном осматрању, а нађена вредност важи за тај дан. По извршеном осматрању максимални термометар треба стрести, тако, да се жива у њему спусти до температуре која је тада код обичног (сувог) термометра. Не буде ли се то могло постићи, значи да термометар није тачан. У том случају треба видети колико максимални термометар отступа од обичног, па ту разлику узимати у обзир увек при читању температуре максималног термометра, као што се поступа при отступању обичног термометра.

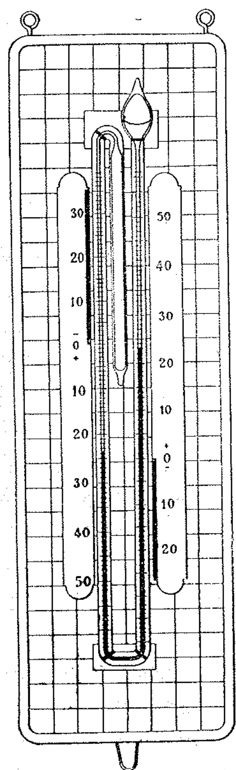
Минимални термометар. — (сл. 6 горњи термометар). Минимални термометар служи да покаже најнижу температуру ваздуха за 24 часа, или за које се време жели. У њему се налази алкохол и једна мала сказаљка. Сказаљка лежи у цевчици кроз коју се креће алкохол. При повишењу температуре алкохол се шири дуж цевчице, не померајући сказаљку, а при опадању температуре, алкохол не дозвољава да сказаљка остане сама већ, услед адхезије, повлачи ову собом до најниже тачке докле се алкохол спустио услед хлађења. Тако спољни крај сказаљке показује најнижу температуру на термометарској скали.

Минимални термометар се чита редовно ујутру, при првом дневном осматрању (на пример у 7 часова), и нађена вредност важи за дотични дан, када је читање вршено. Изузетно пак, ако преко дана наступи захлађење и температура буде нижа од прочитане јутарње минималне температуре, онда треба минимални термометар прочитати и при последњем дневном осматрању. У том случају, дакле, за минималну температуру треба узети најнижу осмотрену дневну температуру ваздуха.

После сваког извршеног осматрања минималног термометра треба његову сказаљку помаћи до краја алкохола у цеви, јер крај алкохола одговара температури ваздуха тога момента, а нама је потребно да од тога момента меримо минималну температуру.

Удвојени максимални и минимални термометар (Сикс-Беланијев термометар). — Овај термометар има троструку улогу: показује тренутно стање, максималну и минималну температуру. Он се састоји из савијене стаклене цевчице у виду слова U (сл. 7), са резервоарима са алкохолом на оба краја, а са живом у средњем делу. Један резервоар је само упола напуњен алкохолом. У оба крака цевчице налази

се по једна стаклена сказаљка са металном осовином, која је потопљена у алкохол и подешена тако да се може померати са свога места само под притиском живе. Цевчица је причвршћена за једну дашчицу, на којој се налази степенска подела поред оба крака цевчице. При промени температуре жива се у цевчици креће лево или десно. Ако температура расте, жива се уздиже у оном краку цевчице где је резвоар са алкохолом само до половине напуњен, а пада у другом краку. Ако температура опада, жива узима обратни ток. При уздизању живе на једној или другој страни уздиже се и стаклена сказаљка, али се ова не враћа натраг у случају пада живе. Тако положај сказаљке, на степенској подели, односно њен доњи крај, показује максимално уздизање живе на једној или другој страни, тј. максималну или минималну температуру. Онај крак цевчице чији је резервоар са алкохолом само до половине напуњен, тај крак показује максималну, а онај други минималну температуру. Тренутно пак стање температуре показује тренутна висина живе у једном или другом краку термометра.



Сл. 7. — Удвојени максимални и минимални термометар.

По завршеном осматрању, стаклене се сказаљке доводе у додир са живом помоћу магнета.

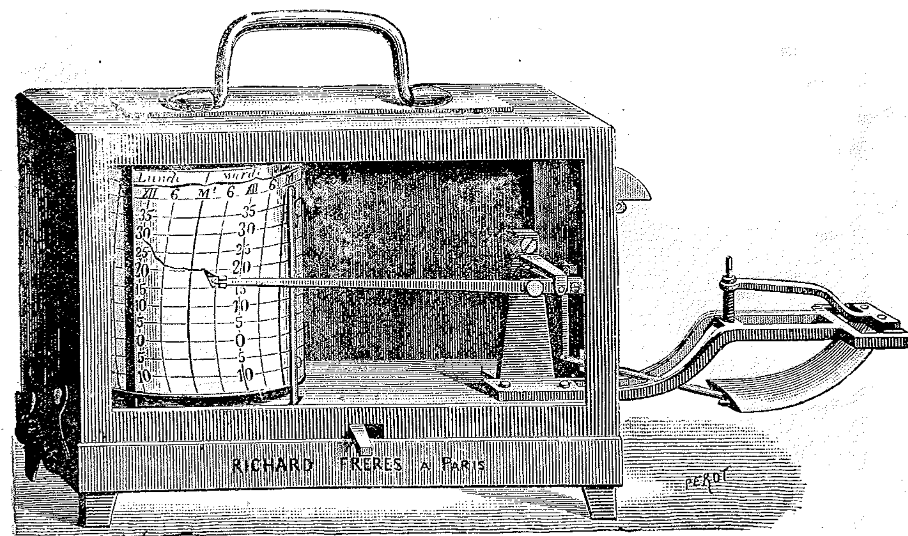
Термометар Фронд. — Термометар „Фронд“ је обични живин термометар малих димензија, којим се мери температура ваздуха кружењем кроз ваздух. Овај термометар на свом горњем делу има алку за коју се везује канап. Осматрач, држећи за канап, кружи овим термометром кроз ваздух и на тај начин термометар, секући ваздух, прима и његову температуру.

Мерење температуре ваздуха термометром Фронд може се вршити и на сунцу, само читање треба вршити у хладу, ако утицај сунца не би изменио температуру термометра. Иначе је препоручљиво вршити и мерење и читање у хладу.

Кружење термометром Фронд кроз ваздух треба да траје

најмање један минут, а читање треба да се врши што је могуће брже.

Термограф. — Термометарским осматрањима, ма колико она била честа, не може се обухватити свака промена температуре. Међутим, модерна метеорологија много полаже на сваку, па и најмању, промену температуре ваздуха. У ту сврху конструисан је регистрирни термометар звани *термограф* (слика 8) који аутоматски бележи сваку промену температуре.



Сл. 8. — Термограф Браће Ришара из Париза.

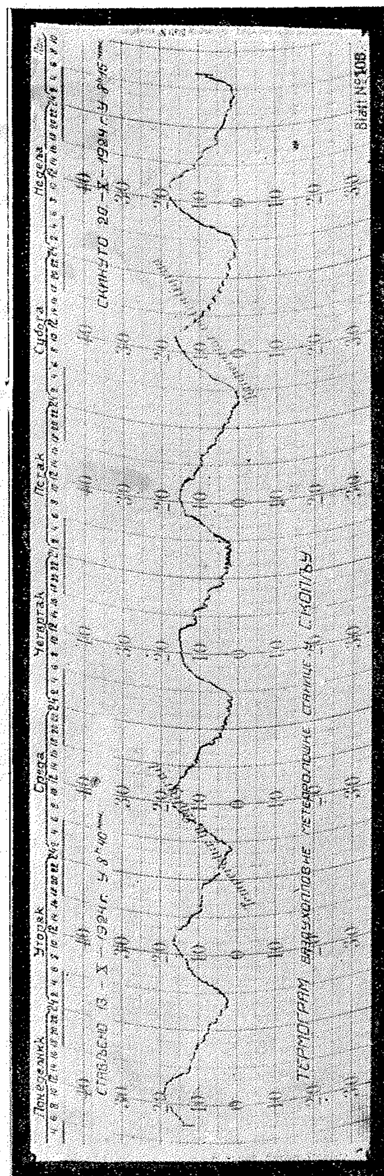
Главни су делови термографа: *ваљак* са сатним механизмом, *цев* са алкохолом и полуга са *пером.*

Ваљак у себи садржи сатни механизам, који има задатак да својим радом лагано окреће ваљак, тако, да овај за седам дана изврши један обрт. На ваљку се налази хартија звана „дијаграм“ или „термограм“, на којој се налази подела на часове и на степене температуре, а на којој перо уцртава линију кретања (колебања) температуре ваздуха.

Цев са алкохолом је пљоснатог облика и нешто савијена. Промена температуре ваздуха утиче да се цев опружа или скупља. Опружања и скупљања цеви преносе се, помоћу неколико преносних полуга, на перо.

Перо је намештено на танку полугу од алуминиума, својим се врхом ослања на дијаграм и на њему бележи сваку промену свога положаја, т.ј. промену температуре ваздуха.

На слици 9 види се репродукован конкретни примерак промене температуре код Ваздухопловне метеоролошке станице у Скопљу од 13—21 октобра 1924 године.



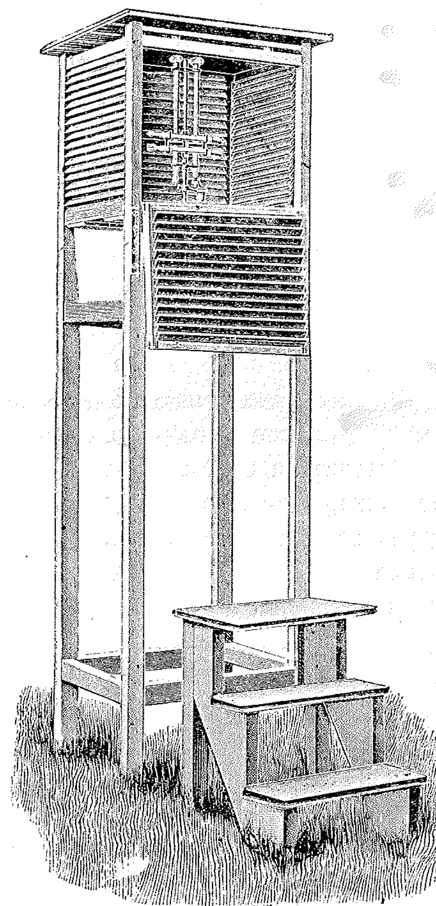
Сл. 9. — Термограм.

Дијаграм се мења редовно сваког понедеоника, а тада се врши и навијање сатног механизма. Регулисање рада сатног механизма врши се кроз отвор, који се налази на горњој површини ваљка. Исто тако, тамо се налази и отвор за кључ за навијање сата.

Заклон за термометре. — За смештај инструмената за мерење температуре ваздуха, као и оних за мерење влаге и испаравања воде, постоје нарочите дрвене кућице, са шалонима, тзв. заклони за термометре или метеоролошки заклони (сл. 10).

Заклони су високо од земље око 2 метра. Шалони се постављају под таквим нагибом, да сунчани зраци не могу улазити у заклон, а да ваздух може добро струј ти кроз исти. Кров је двострук: спољни део је прекривен лимом, а унутрашњи избушен за 20% ради вентилације. Размак између ова два крова је 10 см. Ноге заклона треба да буду добро утврђене (најбоље цементи-

ране) ради избегавања потреса, како при отварању и затварању, тако и при јаком ветру. Врата морају увек бити окренута према северу. Бојадисање заклона врши се само белом бојом. Постављање заклона врши се на отвореном простору, где је земља обрасла травом и где ваздух слободно струји. Нарочито се мора водити рачуна, да заклони не буду у близини предмета (зграда, камењара, ђубришта) који зраче, одбијају или изазивају топлоту.

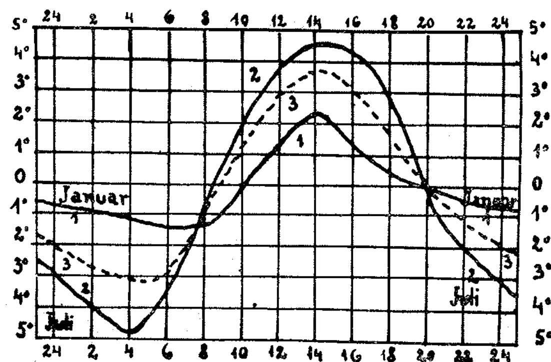


Сл. 10. — Заклон за термометре.

Дневне промене (колебања) температуре ваздуха. — Пошто температуру ваздуха повишава само Сунчево зрачење, то са појавом Сунца и температура ваздуха почиње да расте. Дневни максимум загревања ваздуха не бива у 12 часова, када је Сунце на кулминацији, и када даје земљи највећу топлоту, већ тек око 14 часова. Ово закашњење долази отуда, што се ваздух не загрева непосредно Сунчевим зрацима, већ њега загрева земља, а док се ова загреје до максимума, и док она загреје ваздух, такође до максимума, за све то је потребно време од близу 2 часа, рачунајући од момента када је Сунце било на кулминацији.

По прелазу поменутог дневног максимума, пошто Сунце пада све ниже према западу, температура ваздуха почиње да опада. То опадање траје све до сутрадан, пред излазак Сунца, када се добива дневни минимум температуре ваздуха.

На слици 11 је узето средње колебање температуре ваздуха у јануару и јулу; испрекидана линија показује средњу вредност.



Сл. 11. — Дневно колебање температуре ваздуха.

Разлика између највише и најниже температуре, у извесном времену, зове се амплитуда температуре.

Амплитуда ће бити у толико већа, и промена температуре бржа, у колико Сунце шаље већу топлоту. Дневна амплитуда зависи од годишњег доба, географске ширине, густине и влажности ваздуха, величине облачности, топографских прилика и висине.

На екватору су сезонске промене врло мале, а дневне врло велике и константне. Дању Сунце због високог положаја на небу, изазива врло високу температуру ваздуха, али ноћу, због једнаког трајања дана и ноћи, та се топлота губи — предаје васиони. Због тога су дневна колебања температуре ваздуха највећа на екватору, а опадају у правцу полова.

На самим половима (где је по године дан, а по године ноћ) нема дневног колебања температуре, већ постоји само годишње колебање и то: преко лета температура порасте, а у зиму опадне.

При облачном времену дневна амплитуда температуре ваздуха је врло мала, јер облаци дању спречавају падање сунчаних зракова на земљу, те се ова не загрева, а ноћу облаци штите земљу од хлађења. Уопште, влажан ваздух одузима топлоту сунчаних зракова, а спречава хлађење земље.

На мору су дневна колебања температуре слабија него

на континенту, пошто се вода спорије и загрева и хлади него копно, и пошто је изнад воде ваздух богатији у воденој пари, која, као што рекосмо, спречава, како дневно загревање, тако и ноћно хлађење приземног ваздуха.

Удубљена (конкавна) земљишта имају већа дневна колебања температуре него испупчена (конвексна). Ово долази отуда, што удубљени облици, иако су краће време изложени Сунцу, ипак се јако загревају, јер је ваздух у нижим положајима гушћи, мирнији и богатији у угљеној киселини и прашини, него ваздух на висовима, па се зато он дању више и загрева од ваздуха на висовима. Познато је да угљена киселина јако помаже загревање ваздуха, и да би без ње ваздух имао средњу температуру нижу за око 20⁰ од своје садашње средње температуре

Ноћу пак, удубљени облици су релативно хладнији, јер се хладнији и тежи ваздух таложи у дубљим положајима и ту задржава.

Ваздух на висовима тешко се загрева зато, што је редак, немиран и сиромашан у угљеној киселини и прашини, али се он исто тако и из истих разлога тешко хлади.

Изнад шумских предела и уопште изнад области покривених травом и биљем, ваздух се мање и загрева и хлади, него изнад песковитих и нагих области. Ово стога, што се дању Сунчева топлота добрим делом троши на хемиски процес исхране биљака и на испаравање водене паре коју биљке поседују. Ноћу пак ваздух не губи много од своје топлоте зато, што се испарена водена пара згушњава у ваздуху и тим згуснутим стањем чини сметњу ноћном хлађењу. Изнад пустиња, и уопште изнад нагих области, Сунчева топлота коју земља прима једино се троши на загревање ваздуха. У тим пределима је ноћно хлађење без сметње, због оскудице у воденој пари, те су зато тамо дневна колебања температуре ваздуха врло велика.

Годишња колебања температуре ваздуха. — Годишња колебања температуре ваздуха расту са географском ширином. Екваторске области, као што је у почетку ове књиге речено, имају два максимума и два минимума температуре годишње, због привидног кретања Сунца од једног повратника до другог. Отуда те области имају најмања годишња колебања температуре. Даље према половима, јавља се само један мак-



симум и један минимум температуре ваздуха годишње, те отуда годишња колебања бивају значајнија.

Годишња колебања температуре ваздуха већа су на континентима него на мору, јер се копно јаче загрева и хлади, него море.

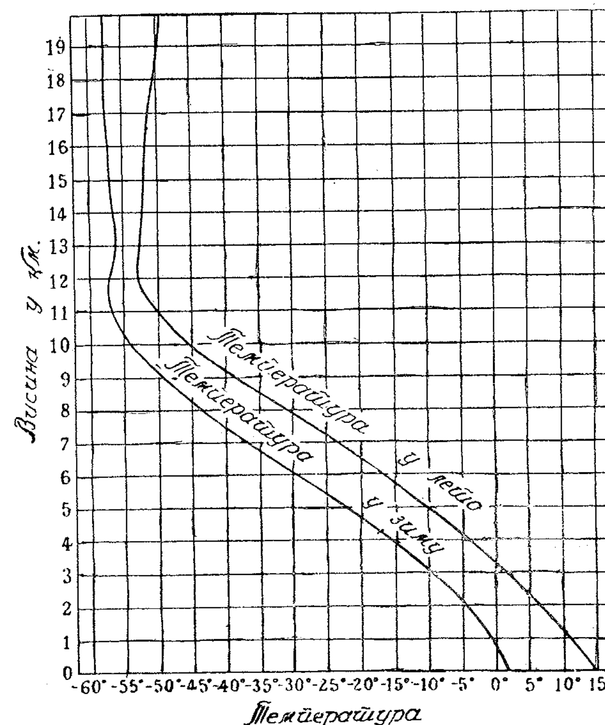
Према годишњим колебањима температуре ваздуха одређују се и климатске области на земљи. Тако предели у којима су средња годишња колебања испод 10° припадају *тропској*, они од 10—20° *умереној*, а они преко 20° *континенталној клими*. Годишњи максимум и минимум температуре ваздуха у нашим крајевима не пада у дане дугодневице и краткодневице, када је Сунчево зрачење најјаче, односно најслабије, већ доста касније, аналогно дневном максимуму температуре ваздуха (стр. 22). Тако максимум температуре ваздуха бива у средњој вредности тек око 26 јула, а минимум око 15 јануара.

Подела температуре на висинама. — Када се уздижемо, било уз планинска узвишења, или на ваздухопловима, наилазимо на висинама на све нижу температуру ваздуха. Узрок овом опадању температуре ваздуха са висином лежи у томе, што на висинама сусрећемо све разређенији ваздух, чија је температура сразмерна његовој густини. Већ смо напоменули да сунчани зраци, својим пролазом кроз ваздух, овај загревају у незнатној мери, а и то минимално загревање односи се само на приземне, гушће слојеве, који обилују прашином и другим састојцима, док на разређени висински ваздух ови зраци немају никаквог топлотног утицаја. И онај загрејани ваздух над земљином површином, при уздизању увис, долази у простор разређеног ваздуха па се и сам разређује, а тиме он губи своју топлоту, јер према познатом закону, када се гас збија (компримира) температура расте, и обратно, када се притисак смањује, температура опада. Ово ни с које стране ненакнадиво опадање температуре, проузроковано ширењем ваздуха, зове се *адиабатско хлађење*.

Опадање температуре ваздуха према висини у просечној вредности износи приближно: при сувом ваздуху 1° на 100 м., а при влажном (засићеном) 1° на 200 м. Али пошто ваздух у природи (у нашим крајевима) увек садржи доста влаге и степен његове влажности је ближи тачци засићености него сувом стању, то се, без велике погрешке, може узети као про-

сечна вредност опадања температуре према висини: 1° на 175 метара или 0.57 на 100 метара.

На слици 12 види се графикон средње поделе температуре на висинама у Западној Европи (по Humphreys-у).

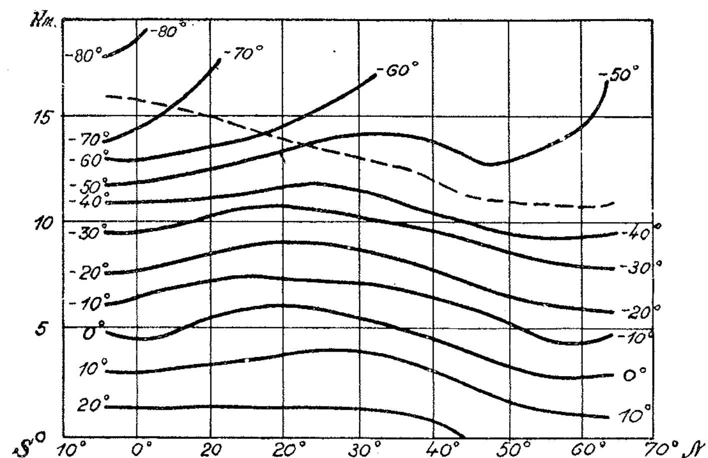


Сл. 12. Графикон поделе температуре на висинама (по Humphreys-у)

Слика 13 приказује средњу поделу температуре на висинама до 20 км. између екватора и 70° северне географске ширине (по Сирингу). Ту пада уочи, да на висинама изнад 11 км. владају далеко ниже температуре изнад предела ближих екватору, него изнад оних ближих северном полу. Ово се тумачи тиме, што се ваздух успоних струја над екватором знатно више хлади од осталог ваздуха који не подлежи моћном успоном кретању. Сматра се да у стратосфери изнад 45° г. ш. влада у сред. вред. температура од — 56°.

Термички градијент. — Разлика у температури на јединици дужине зове се *термички градијент*. За јединицу дужине у хоризонталном смислу узима се одстојање од 111 км.,

а у вертикалном од 100 метара. Опадање температуре према висини за 1° на 100 метара (дакле код сувог ваздуха) зове се *адиабатски градијент.* Градијент је управљен од више према нижој температури.



Сл 13. — Изотерме на висинама (по Сирингу)

Инверсија температуре. — Поменуто опадање температуре према висини важи само као општи закон, али има и изузетака. Често се дешава да се у неком слоју на висини нађе виша температура од оне у слоју испод тога слоја. Таква појава назива се: *инверсија* или *обрт температуре.*

Инверсију температуре изазивају различите ваздушне струје и ноћно хлађење. Топле ваздушне струје, при прелазу у хладне пределе, путују увек висином, јер се оне састоје из лакшег ваздуха. Хладне пак, при наступу у топле пределе, путују приземљем, јер је њихов ваздух тежи.

Ноћно хлађење изазива приземне инверсије. То се редовно догађа у ведре и тихе ноћи, пошто се тада земља јако хлади и добива нижу температуру од температуре ваздуха. Охлађена земља, разуме се, расхлађује и приземне слојеве ваздуха, док охлађени ваздух мирује у месту и не меша се са оним у вишим слојевима. Отуда приземни ваздух при ведрој ноћи бива најхладнији, а температура расте са висином.

У зимско доба, при јаким мразевима, ове ноћне инверсије су врло развијене и могу достићи висину до преко 2000 метара.

Има и других утицаја који изазивају појаву инверсије, као што су: промена правца и брзине разних струја, промена влаге, облачности итд. о чему ће још бити речи у IV делу ове књиге.

Изотермна зона. — На висини између 11 и 16 км. (приближно), налази се слој ваздуха у коме температура не опада, већ бива и нешто виша него у слојевима испод и изнад овог слоја. Тај се слој зове *изотермна зона.* Он управо лежи на граници између тропосфере и стратосфере.*) На слици 12, која приказује поделу температуре на висинама види се и изразито отступање нормалног опадања температуре у изотермној зони, нарочито у зимско доба.

Најниже температуре на висини. — Најниже температуре које су до сада осмотрене на висинама су: — 80° на 14.800 метара, у Сен Лују у Америци, 25 јануара 1905 године; — 85°, на 9.700 метара, у Бечу 2 марта 1905 године и — 91°9 на 15.5 километара, над Батавијом, на Јави.

Редукција температуре на морски ниво. — Колебања температуре ваздуха код земаљских станица на различитим висинама много су већа од оних у слободном ваздуху, али опадање температуре према висини тамо је нешто слабије и износи просечно 1° на 180 метара или 0°,56 на 100 метара висине.

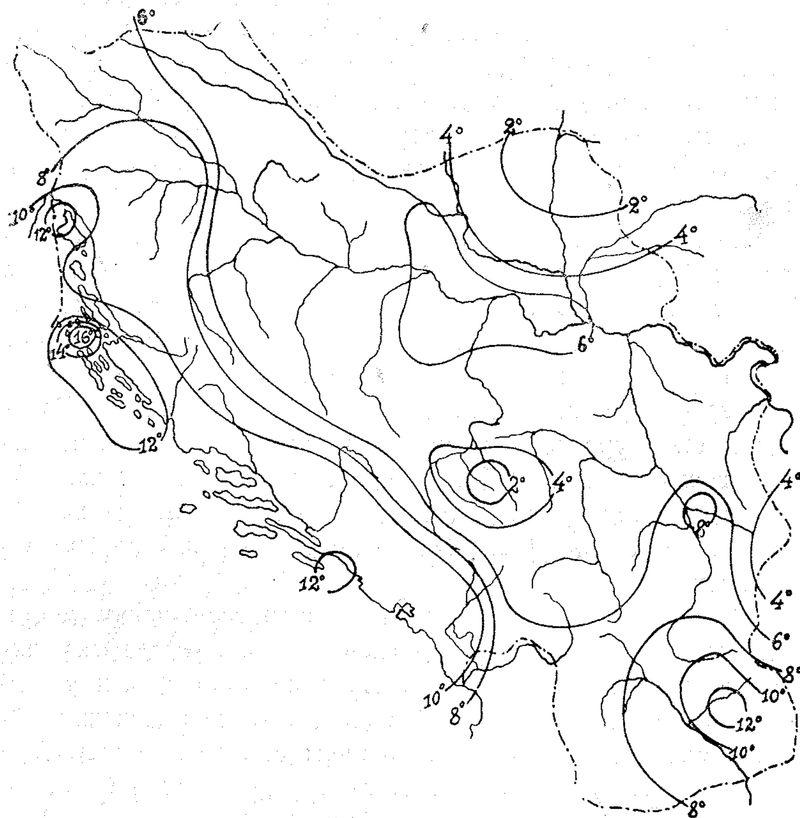
Зато, ако се хоће да сравне температуре неких места, ради проучавања разних утицаја као што су: географска ширина, топографски положај итд. мора се прво одбити утицај висине, а то се врши на тај начин, што се на сваких 100 метара висине додаје 0°56. На пример: да би се температура неког места на висини од 459 метара редуцирала на морски ниво, треба тој висини додати још 4°,59 × 0,56 = 2°,57.

На овај начин може се израчунати и средња температура неког места на висини и без непосредног осматрања. У Метеорологији, за прогностичку употребу, ова редукција није потребна и не врши се, јер метеоролога више интересује стварни ефекат топлоте извесне тачке, него онај који би на тој тачци био, да је ова у висини мора.

Подела температуре ваздуха на земљиној површини. — Као што је и у почетку ове књиге речено, температура, управо разлика у температури ваздуха на земљиној

*) Види „Тропосфера“ и „Стратосфера“ у II делу ове књиге.

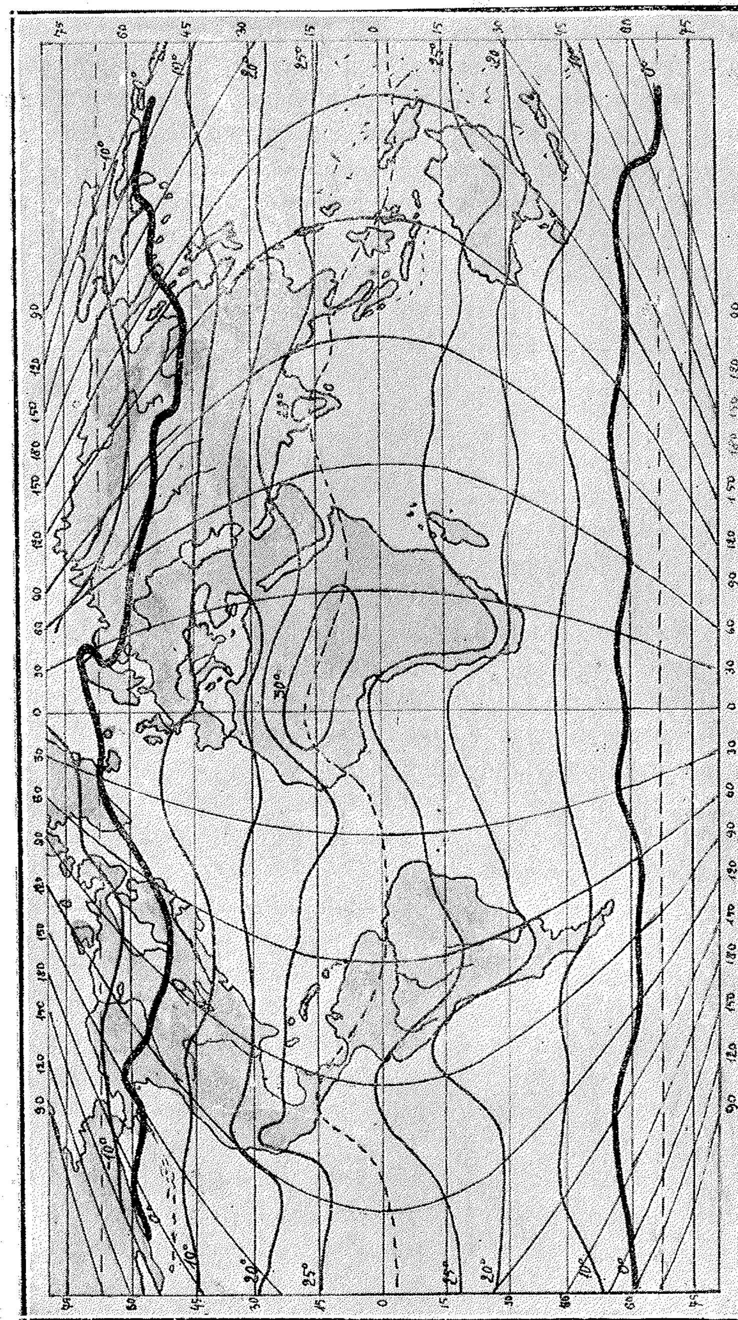
површини, је главни чинилац у стварању метеоролошких појава. Ако је температура уједначена, и време је уједначено, и обрнуто, ако постоји разлика у температури, онда се и време мења. Отуда је главна брига метеоролога да дозна стање температуре ваздуха у разним пределима.



Сл. 14. — Изотерме у Југославији од 18 априла 1932 у 7h.

Ради лакшег проучавања, подаци о температури извесних места уносе се у нарочите карте, па се потом на картама спајају линијом сва места једнаке температуре. Ове се линије зову *изотерме*. Кад се извуку изотерме, на карти се добија слика поделе температуре, као што приказује слика 14.

Пошто знамо да је на екватору ваздух најтоплији, а на половима најхладнији, то би изотерме требале да буду паралелне са географским упоредницима. Али, због неједнаке ра-



Сл. 15. — Средња подела температуре ваздуха на земљиној површини (годишње изотерме).

зуђености Земље, тј. због неправилне њене поделе на мора и копна, због неједнаког земљиног покрова и због различите висинске разгране, разлике у температури између појединих места и на истим географским ширинама су неправилне, те отуда и изотерме не бивају паралелне, како међусобно, тако ни према географским упоредницима.

Слика 15 приказује средњу годишњу поделу температуре ваздуха на целој површини Земље; испрекидана линија показује термички екватор.

Средња температура целе Земље је 15°,0 и то: на северној полулопти износи 15°,4, а на јужној 14°,6.

Највиша температура ваздуха на целој Земљи је у Сахари, где се уздиже до 52°, а најнижа у Сибирији где се спушта до —73°.

ГЛАВА III

ТЕМПЕРАТУРА ЗЕМЉЕ И ВОДЕ

Температура земље. — Земља има и своју сопствену топлоту и прима топлоту од Сунца. Сопствена Земљина топлота налази се у њеној унутрашњости и она је све виша у колико се дубље иде. Повишење температуре према дубини износи 1° на свака 33 метра Тако бисмо на дубини од 3300 метара нашли температуру од 100°, а на 44 километара усијано стање. Тиме се уверавамо да је земљина кора (литосфера) врло танка, према полупречнику Земље који износи 6366 километара. Топлота тог усијаног стања избија и на површину Земље, али у веома малој мери, јер је кора Земљина (земља) слаб спроводник топлоте. Велика количина топлоте из унутрашњости Земље избија само на живе вулкане (где каткад излази и сама усијана маса), на гејзере и изворе топле воде. Али сва топлота која долази из дубине земље је незнатна и нема утицаја на температуру ваздуха, тј. није моћна да изазове разлике у температури ваздуха између појединих области, те отуда нема приметног утицаја на стварање метеоролошких појава.

Топлота коју Земља прима од Сунца, највише загрева земљину површину; одатле се један део троши на загревање ваздуха, а други се шири у унутрашњост земље. Ширење топлоте у унутрашњост земље слабо напредује, јер земља јако апсорбује, а слабо спроводи Сунчеву топлоту. Ако је дневна амплитуда температуре на површини земље 16°, она ће у дубини од 12 см. бити упола мања, дакле 8°; на два пута већој дубини тј. на 24 см. амплитуда температуре биће сведена на 4°, тј. на $^1/_4$ од оне на земљиној површини; на 36 см. амплитуда ће бити $^1/_8=2°$, а на 48 см. $^1/_{16}=1°$. Из овога излази правило: *дневна амплитуда опада у геометриској прогресији, ако се дубина повећава у аритметичкој.* Разуме се да ово правило не важи за разноврсне земље, већ је то

средња норма и има више теориску вредност. Песковита и сува земља јаче се загрева и боље спроводи топлоту него иловача и уопште влажна земља. Земља покривена травом, биљем, шумом, снегом и другим предметима, који су рђави спроводници топлоте, слабије се и загрева и хлади. И хлађење земље је у правилној сразмери са загревањем. Земља која подлежи јачем загревању, подлежи и јачем хлађењу.

Максимум загревања површине земље бива око 13 часова, а минимум при изласку Сунца. Максимум температуре површине земље бива увек виши од максимума температуре ваздуха, а минимум нижи од минимума температуре ваздуха. Најјаче загревање површине земље бива у Сахари и Аустралији, где прелази 70°, па и 80°. У Југославији температура површине земље не прелази ни у једном крају 60°, а температура ваздуха не прелази 42°. У дубинама пак и максимум и минимум јављају се касније и то закашњење је сразмерно дубини.

По Анго-у: максимум или минимум температуре земље на дубини од 12 см. бива за $^1/_9$ времена доцније од максимума и минимума ове на земљиној површини. То значи, да за 24 часа бива заостајање од 24/9 = 2 h 40. Према томе максимум температуре, који је на површини земље у 13 часова, биће у дубини од 12 см. у 13+2,40=15,40 часова. Тако на дубини од 24 см. имаћемо задоцњење од 5h 20, тј. максимум ће бити у 18,20 часова; на четири и по пута већој дубини, тј. на 54 см., задоцњење ће бити 24/9×4,5=12 часова. Из овога излази, да је максимум температуре на 54 см. дубине у исто доба када и минимум на површини земље. На исти начин се рачуна и минимум температуре у извесној дубини.

Сунчева топлота не осећа се знатно у кори земљиној. На неколико метара у дубини земље налази се слој на који Сунце нема утицаја и где је температура непроменљива (константна). Овај је слој различите дубине у различитим пределима. У тропским пределима, због мале годишње амплитуде, тај се слој налази близу површине (на дубини око 10 метара), а у средњим ширинама његова је дубина између 13—16 метара.

Температура извора, река и језера. — Ако меримо температуру извора неке реке, приметићемо да ова нема дневне промене температуре. Ни годишња промена није значајна и једва се може узети у обзир.

Код извора у подножју планина налазимо средњу температуру нижу од температуре ваздуха, јер ови постају, или од растопљеног снега, или од кише која је упијена у земљу на великим висинама, где је температура много нижа.

Извори који добијају воду из великих дубина имају температуру вишу од просечне температуре ваздуха: они су у толико топлији, у колико долазе из веће дубине, јер као што смо напред видели, температура се у дубинама повећева за 1° на свака 33 метра.

Реке немају велике разлике у температури према дубини, јер им температуру изједначује мешање воде.

Средња годишња температура речне воде нешто је виша од температуре ваздуха (око 2°), јер пропушта сунчеве зраке на дно корита, где се апсорбују и предају топлоту, а међутим вода спречава ноћно хлађење корита. Затим је зими вода ледом заштићена од јаког хлађења.

Код мирних и дубоких *језера* температура воде понаша се овако: лети она опада према дубини све до 4 (до своје максималне густине), а зими, при јаком хлађењу, слој воде од 4°, као најтежи, остаје на дну и не губи од своје топлоте, а опадање температуре бива одоздо на више, тако да се на самој површини образује и ледени покривач.

Мања језера отступају од овог општег правила и лети се знатно загревају изнад 4°, а зими и најнижи слојеви буду охлађени до близу 0°.

Температура мора. — Вода као рђав спроводник топлоте нема на мору већу дневну промену температуре од 1°, чак ни у близини екватора. Дневни максимум бива око 16 часова.

Годишња амплитуда температуре морске воде мења се са променом географске ширине, а нарочито при утицају разних морских струја. На средини Атланског Океана, близу екватора, годишња амплитуда није већа од 2—3°; западно од Азорских Острва износи 7—8°, а на 50° северне ширине њена амплитуда се креће између 5° и 6°. Амплитуда се јако повећава у затвореним морима, нарочито поред обале.

У дубинама морским нема ни дневне ни годишње промене температуре. Промене се запажају само код морских струја.

Напред смо рекли да је код језера максимум густине воде при температури од + 4° и да, зими, доњи слојеви не

мењају своју температуру. Код мора пак, где је вода слана, понашање температуре је сасвим друкчије. Максимум густине воде зависи од количине соли у њој и он бива при температури између $-3^{0},7$ и $-5^{0},3$, дакле на нижој тачци и од тачке смрзавања слатке воде. Иначе тачка смрзавања морске воде креће се просечно око -2^{0}. Уопште узев, температура морске воде опада према дубини.

Највиша температура Атланског Океана износи 27^{0}*) и ова је осмотрена на површини воде између екватора и 5^{0} северне ширине.

На средњим ширинама температура океана не пралази 20^{0}.

Морске струје. — Вода на мору никад не мирује већ се налази у вечитом, мање или више правилном, кретању и комешању; кретање воде образује струје које зовемо *морске струје*.

Узроци постанка морских струја су многобројни, а на првом месту долазе: 1) неједнака температура воде, због које се квари хидродинамичка равнотежа, па се вода креће у циљу успостављања те равнотеже; 2) топлотно дејство Сунца, које изазива ширење воде, измењује њезину густину и врши испаравање слатке воде, услед чега наступа неједнака густина и висина исте, а то изазива прилив хладније воде у топле, а одливање топлије у хладније крајеве; 3) падање кише изазива нарастање воде, те се ова разлива; 4) ваздушне струје чине трење о воду и присиљавају је на кретање; 5) затим, ако су ваздуше струје топле, повишују температуру воде, ако су хладне, смањују је, а ако су пак суве, односе ове у знатној количини. 6) Атмосферски притисак такође дејствује на кретање воде на мору, тиме што је негде јачи, а негде слабији. Има и још много других узрока као што су: распоред континената, различита дубина, Земљино обртање итд., али њихово излагање излази из обима ове књиге.

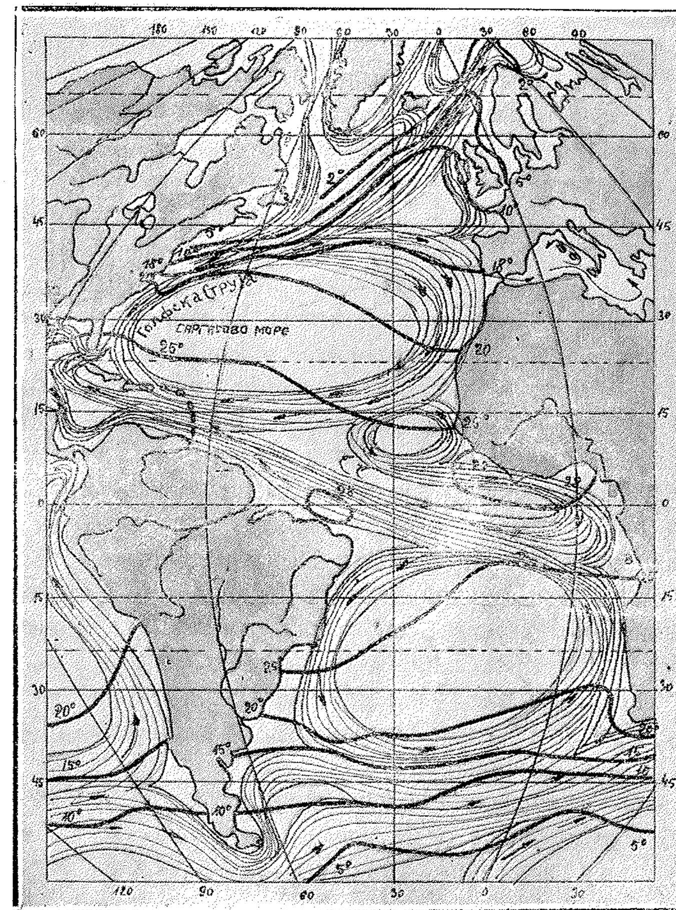
Кретања воде су најјача на површини, а опадају са дубином. Претпоставља се да на дубини од 2000 метара и већој, нема никаквих струја и да је вода тамо мирна.

Као што су многобројни и различити узроци појава морских струја, тако су и саме њихове појаве многобројне и различите, и по броју, и по јачини, и по пространству. Овде

*) Изван појаса Екваторске Струје, јер овај појас има температуру од 28^{0}.

ћемо изнети само најглавније струје Атланског Океана, које имају неоспорног утицаја на време у Европи.

Екваторска струја. — У екваторским пределима Атланског Океана морске струје, широким појасима, крећу се од истока према западу (сл. 16.). Овај правац, у главном, дају



Сл. 16. — Морске струје у Атланском Океану и изотерме.

ваздушне струје, које у тим пределима имају преовлађујући правац из источног квадранта. Испред обале Јужне Америке, ове се струје деле на два крака: један иде према југу, а други према северозападу. Пошто први крак, који иде према југу, нема утицаја на време у Европи, то ћемо даље пратити само

овај други. Тај други део струје прелази јужно од Западних Индиских Острва, поред северне обале Јужне Америке, и широким појасом улази у Мексикански Залив. Како је Мексикански Залив ограничен скоро са сваке стране копном, то се ова вода од екватора, која је иначе топла, ту задржава и још више загрева. (Познато је, да је вода у Мексиканском Заливу најтоплија на целој Земљиној лопти и достиже температуру до 31⁰).

Голфска струја. — Отицање воде из Мексиканског Залива врши се Флоридским Каналом, дакле између Полуострва Флориде и Острва Кубе и Бахамских Острва, које отицање ствара јаку струју, познату под именом *Голфска Струја* (Gulf Stream). Како је пролаз између Флориде и Бахамских Острва узан, то ова струја знатно убрзава свој ток (до 8 км. на сат). Даље се ова струја упућује, поред обале Северне Америке, према Европи. На океану се Голфска Струја знатно шири, и око 30⁰ западне дужине, раздваја се у два дела: десни и леви. Десни део тока, звана *Канарска Струја*, савија поред западне обале Пиринејског Полуострва и северозападне обале Африке, затим скреће све већма у десно и, својим главним током, улива се у екваторску струју, која одлази у Мексикански Залив. Тако се овом струјом затвара велики круг кружења топле воде око Западних Индиских и Азорских Острва. У средини овога круга влада тишина позната под именом *Саргаско Море*.

Леви део Голфске Струје, главним током, пролази између Исланда и Ирске, поред Норвешке Обале, и улива се у Ледени Океан, где најзад и ишчезава. Слабије гране ове струје савијају око Британских Острва, улазе у Северно Море, Ла Манш, па и у Балтичко Море.

Брзина екваторске струје износи око 1 км. на сат, а Голфска Струја путује од Мексиканског Залива до Европе, на главном току, просечном брзином од 5 км. на сат. Тако Голфска Струја превањује овај пут за време од око 3 месеца, док струја око Сарагаског Мора чини један свој круг за време од 3 године.

Топлота екваторске струје износи 28⁰ а у изворном делу Голфске Струје, тј. у Мексиканском Заливу, температура воде се диже и до 31⁰, као што смо то већ поменули. Даље, Голфска Струја, у колико се више удаљава према североистоку, губи од своје топлоте, али ипак задржава далеко

вишу топлоту од просечне топлоте мора на одговарајућим географским ширинама. Тако у висини Њујорка, у зимско доба, просечна температура воде на океану је 6⁰, а у кориту Голфске Струје 18⁰. У висини Шкотске Голфска Струја има, такође у зимско доба, средњу температуру од 10⁰, а у близини Норвешке Обале 5⁰. Са тога се разлога обале Британских Острва и Норвешке никад не залеђују.

Калориски ефекат Голфске Струје је нарочито значајан по климатски карактер Европе. Претпоставља се да би, у осуству Голфске Струје, Скандинавско Полуострво, са северним делом Балтичке Области, Белим и Карским Морем, било вечито под ледом, као што је случај и са Гренландом, који има исту географску ширину. Уз то би дакле, и цела Европа имала оштрију климу. Голфска Струја, међутим, ублажава климу тиме, што предаје своју топлоту ваздуху и снабдева га воденом паром, а овај плави европски континенат, предајући му и топлоту, и влагу.

Најзад Голфска Струја је медиум за стварање ваздушних депресија, које су главни доносиоци кише за европски континенат. Без ових депресија Европа би била врло оскудна у киши и уопште у атмосферским талозима.

ДЕО ДРУГИ
ВАЗДУХ

ГЛАВА I
АТМОСФЕРА И АТМОСФЕРСКИ ПРИТИСАК

Појам о атмосфери. — Земља као планета састоји се из три дела: први, централни (усијано стање), *барисфера;* други, кора земљина, *литосфера*, са воденим омотачем званим *хидросфера,* и трећи, гасовити део, *атмосфера* (сл. 17.). Атмосфера је дакле гасовити омотач око земљине лопте. Другим речима, атмосфера је ваздух у коме живимо и без кога би живот на земљи био искључен.

Облик атмосфере сличан је облику Земљине лопте, тј. и она има облик елипсоида, само је више спљоштена на половима, а испупчена на екватору, због Земљиног обртања, тј. због дејства центрифугалне силе.

Висина атмосфере није тачно позната, али се по севању метеорита и поларној светлости цени да досеже до 750 км.

Састав атмосфере. — Атмосфера је испуњена мешавином разних гасова, који се, према Далтоновом закону, у мешавини понашају сваки за себе. Како су разни гасови различите густине и тежине, то они у атмосфери заузимају место према својој специфичној тежини. Затим, ни количине разних гасова нису једнаке, већ неких има више, а неких мање. Отуда се на разним висинама налазе и различите сразмере појединих гасова.

У приземним слојевима ваздуха има највише азота (78%), затим кисеоника (до 21%) и аргона (до 1%). Осталих гасова има у незнатним количинама да се једва могу узети у обзир. То су: водоник (у количини од 1/10.000), неон (1/100.000), хелиум и криптон (1/1,000.000), и ксенон (1/20,000.000).

На висини од 10 километара постоје ове сразмере: 81% азота, 18% кисеоника, 0.5% аргона и 1/30 водоника.



Сл. 17. — Шема атмосфере са литосфером (у пресеку)

На висини од 50 километара има: 79⁰/₀ азота, 7⁰/₀ кисе оника, а 13⁰/₀ водоника.

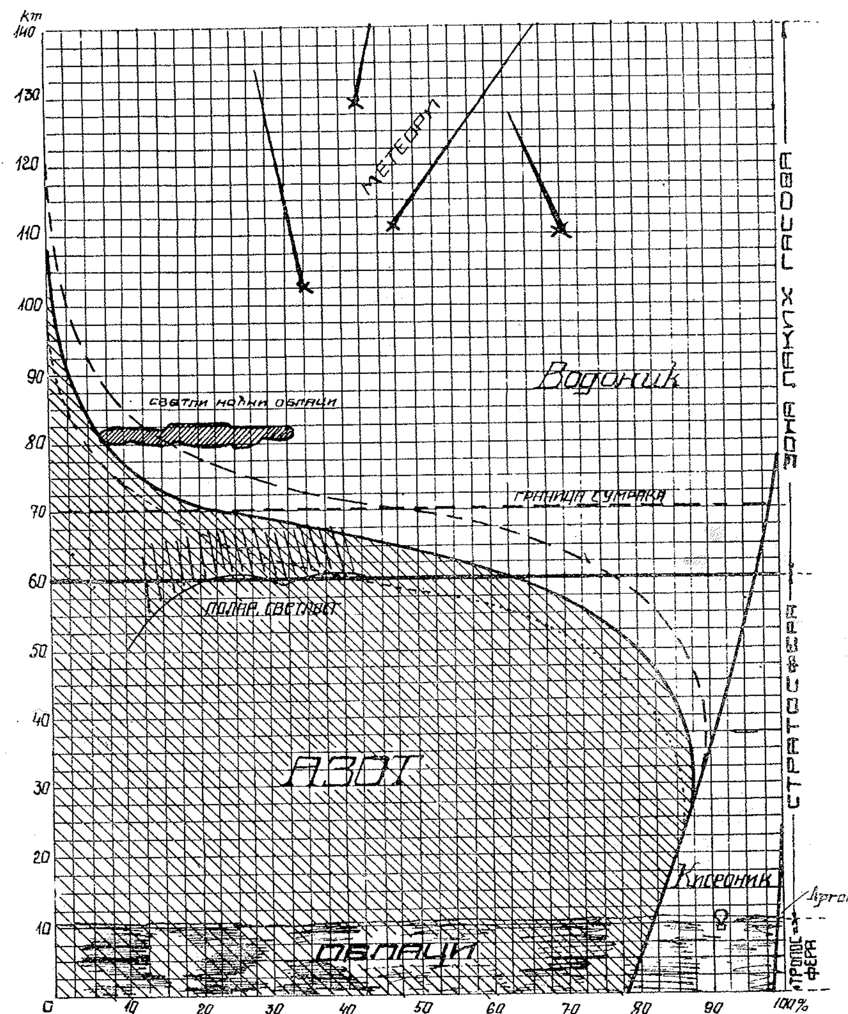
Преко 60 километара (почев од 63) преовлађује водоник, а на 100 километара има: 99.5⁰/₀ водоника, 0,4⁰/₀ хелијума, а само 0,1⁰/₀ азота.

Независно од свих гасова који се налазе у сталним количинама, у ваздуху има, у промељивим количинама, још и: водене паре (од 1/1000—1/30), угљене киселине (у средњој вредности 1/3000), озона (од 1/600,000.000 до 1/250,000.000), амонијака (од 1/250,000.000 до 1/13,000.000) и других азотних и хидратних састојака. Затим ваздух поседује, такође у промењивим количинама: прашине, микроорганизама (бацила, бактерија, микроба) и инсеката. Ових појава има највише у приземљу, а исте се губе са висином. По енглеском научнику Еткену, у великим градовима има око 100.000 зрна-

ца прашине у кубном сантиметру ваздуха, док је просечна количина ових уопште око 7000.

Подела атмосфере. — Према изразитим разликама у густини ваздуха, његовом саставу, кретању температуре и уопште због разноликих појава у појединим њеним слојевима, атмосфера се дели на: *тропосферу, стратосферу* и *зону лаких гасова* (сл. 18.).

Тропосфера је приземни слој ваздуха, који се на екватору уздиже до 18, на средњим ширинама (око 45⁰) до 12, а



Сл. 18. — Шема поделе атмосфере (по Вегенеру).

на половима до 8 км. Она је управо позорница свих временских појава. У њој су: нагла опадања температуре ваздуха према висини (1° на 200 м); променљивост температуре ваздуха у разним слојевима; вертикална, вртложна и уопште неправилна струјања ваздуха; стварање облака, магле, кише, снега, града и других водених талога. Затим, тропосфера је богата у воденој пари, прашини, угљеној киселини, микроорганизмима и инсектима, чега уопште нема на великим висинама. Најзад овај приземни слој ваздуха је освојен од стране човека и он је медиум у коме се одигравају сва летења. Летење птица такође не прелази границу тропосфере.

Стратосфера је слој ваздуха изнад тропосфере у коме превлађују тешки гасови. Тај слој се рачуна приближно од 12 до 60 км. Због неприступачности у те високе области атмосфере, не поседују се подаци непосредних испитивања целог слоја стратосфере. Досадања испитивања вршена су највише помоћу малих балона (балон-сонд), који су узносили метеоролошке инструменте највише до 37,700 км. Човек се највише уздигао до 16 км. (Белгијанац Пикар 1931). Према свима досадашњим испитивањима дошло се до закључка: да у стратосфери температура врло мало опада, тако, да се може сматрати као константна; да у њој нема никаквих временских појава, нити вертикалних и вртложних струјања. У тим високим слојевима атмосфере постоје само правилна хоризонтална струјања и налази се врло мала количина водене паре и прашине. За ову последњу верује се да је на те висине дошла делом од стране моћних вулкана, а делом од метеора.

Доња основица стратосфере, управо додирна граница између ове и тропосфере, зове се *тропопауза* или *изотермна зона*. Дебљина је овог слоја око 5 км. У овом слоју температура не опада, већ се јавља чак и инверсија температуре, о чему је већ било речи на стр. 27.

Зона лаких гасова. — То је највиши слој ваздуха, дакле од 60 км. и даље до краја атмосфере. У овој зони превлађују лаки гасови: водоник и хелиум, а претпоставља се да почев од 200 км. превлађује ново-пронађени гас *геокоронијум*.

Појам о ваздуху. Атмосферски притисак. — Ваздух је гасовити флуид, који се састоји из мешавине разних гасова, међу којима, у приземним слојевима, има највише азота (78%) и кисеоника (21%), као што смо то рекли на страни 41. Он је безбојан, провидан, без укуса и мириса; стишљив, растегљив и лако покретљив; у сувом стању је слаб спроводник топлоте и електрицитета. Он има и своју тежину којом притискује земљину површину, а тај се притисак зове *атмосферски притисак*, или *ваздушни притисак*, или пак *барометарски притисак*.

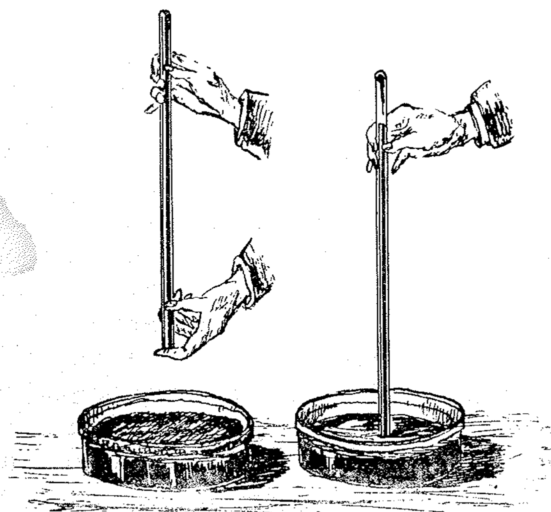
Атмосферски притисак није свуда једнак, већ је негде јачи, а негде слабији, што зависи од висине ваздушног стуба, од температуре и од количина влаге у ваздуху. У колико је је виши стуб ваздуха, у толико је и притисак јачи, као што се и тежина сваке материје повећава са количином (у нижим местима притисак је јачи, а на планинама слабији). Топлији пак ваздух се шири, постаје ређи и лакши, а уз то се диже увис и отиче у суседне (хладније) крајеве. Тим отицањем притисак слаби на месту одакле ваздух отиче, а појачава се тамо где притиче. Влага, односно водена пара, није увек у истој количини у ваздуху, већ је некад има више, некад мање. Како је пак водена пара лакша од ваздуха (густина јој је 0,623), то ће са повећањем њене количине у ваздуху притисак слабити, и обратно, са умањењем влаге притисак ће јачати, јер, по Далтоновом закону, тежина мешавине гасова једнака је збиру тежине сваког појединог гаса, коју би овај имао да је сам у дотичном простору.

Проучавање атмосферског притиска има за циљ, да се уоче и установе разлике у притиску, које постоје тренутно, повремено, или стално, изм ђу појединих места, јер те разлике условљавају кр тање ваздуха, а са кретањем стоји у вези и стварање временских појава. Управо атмосферски притисак спада у најважније метеоролошке елементе, што ће се видети из даљих излагања.

Мерење атмосферског притиска. — Јачина атмосферског притиска изражава се висином живиног стуба, у затвореној цеви у милиметрима или милибарима.*) Наиме, ако узмемо стаклену цев пречника од 1 см², а висине око 1 метра, која је са једног краја затворена, па ту цев напунимо живом и преокренемо у неки суд, у коме такође има живе (сл. 19), видећемо да ће се тада жива у цеви нешто спустити. Коју ће висину жива у цеви заузети, зависи од спољног притиска ваздуха на живу у суду, тј. ако је притисак јак, жива

*) Види на страни 46.

ће се мало спустити, а ако је слаб, онда ће се спустити више. Празан простор у затвореној цеви је „безваздушни простор“ познат под именом *Торичелијев вакум.* Разлика између висине живе у стубу и оне у цеви (ако смо на морској површини, при температури од 0^0 и на географској ширини од 45^0) износи, у средњој вредности 760 мм. Та висина живе у цеви има тежину од 1,033 кгр. и отуда долази закључак, да јачина атмосферског притиска износи 1,033 кгр. на 1 $см^2$. Тај притисак је познат у механици под именом *једна атмосфера.*

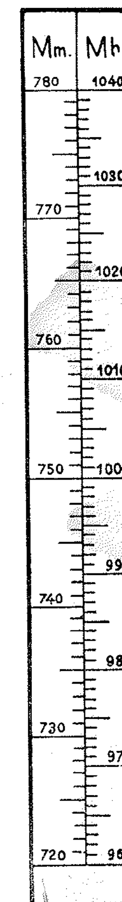


Сл. 19. — Оглед прављења Торичелијева вакума.

Средња висина атмосферског притиска за целу земљу, обзиром на различите висине, износи око 740 мм., али се у метеорологији одбија утицај висине и рачуна се као да је притисак свуда мерен на висини мора. Тај пак редуцирани притисак износи у средњој вредности 760 мм. и зове се *нормални притисак.* Јачи притисак од 760 мм. зове се *висок*, а слабији *низак* или *депресија.*

У последње време улази све више у примену изражавање атмосферског притиска у *милибарима.* Милибар је хиљадити део *бар-а*, који је метеоролошка јединица за мерење атмосферског притиска по систему CGS. Милибар је једнак притиску од 1000 дина на квадратни сантиметар, а 1000 милибара одговарају притиску живиног стуба висине 750,1 ми-

лиметара на 0^0 и на географској ширини од 45^0. Употребом милибара уводи се дакле изражавање атмосферског притиска јединицом за притисак у место досадашњег изражавања јединицом за дужину. Али, како појам милибара није још довољно познат у нашој земљи, то ћемо свуда у овој књизи притисак означити само у милиметрима. Какав однос постоји између милиметара и милибара показује скала на сл. 20. Иначе се на крају књиге налази таблица IV, која служи за превод милибара на милиметре и обратно.

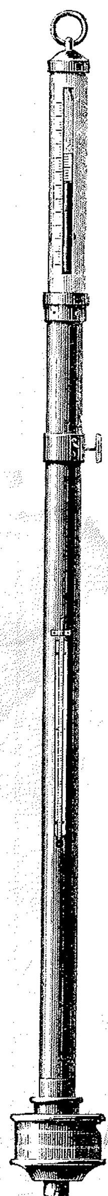


Сл. 20. — Милиметарско-милибарска подела.

Барометар. — За мерење притиска постоји инструменат звани *барометар.* Барометара има *живиних* и *металних* (анероида). Живини барометри су тачнији, јер жива боље одржава равнотежу атмосферском притиску, тј. боље реагира на промене притиска, него метал.

Живин барометар у ствари није ништа друго до она стаклена цев о којој смо мало пре говорили, само што је та цев, са својим судом са живом, утврђена у метални оклоп, који је штити од удара (сл. 21). На оклопу се налази милиметарска (или милибарска) подела за осматрање или читање висине живе у цеви. Поред милиметарске скале има и мала скала, такозвана *нониус,* која служи за читање десетих делова милиметра (односно милибара). Нониус је покретан и он се помоћу једног точкића, који се налази споља на оклопу, доводи на вршак живе у цеви. Тада се, према положају доње ивице нониуса, чита на милиметарској подели колико има целих милиметара, а десети делови се виде на нониусу према томе која се од цртица нониуса најбоље слаже са једном од цртица милиметарске поделе.

Веза (додир) ваздуха са живом у барометру врши се кроз мали отвор који се налази на доњем проширеном делу барометра. Отвор није слободан, већ затворен завртњем, а овај је одвијен за 2—3 круга, тако, да ваздух може ипак пролазити и вршити притисак на живу.



Сл. 21. — Живин барометар марке R. Fuess.

Живиних барометара има више врста али су у Југославији највише у употреби барометри марке „R. Fuess" из Берлина (сл. 21).

Барометри се држе у унутрашњости куће, у сувој и добро осветљеној просторији где се не ложи и где се уопште температура много не мења. Њих треба заштитити и од сунчаних зракова, као и од сваког потреса.

Редукција (свођење) барометра на 0°. — Пошто жива мења своју запремину при различитим температурама, то се тиме мења и висина живиног стуба, независно од промене притиска. Отуда при различитим температурама не бисмо имали тачне податке о притиску. Да би се овај утицај отклонио, врши се свођење температуре барометра на 0°, тј. одбија се утицај температуре на живу и сматра се као да барометар увек стоји под температуром 0°. Ово свођење и одбијање утицаја температуре зове се: *редукција или свођење барометра на* 0°.

За редукцију барометра на 0° постоји нарочита таблица која се налази на крају ове књиге (Таблица I).

Нађена вредност у таблици, која одговара температури барометра и осмотреном притиску, одузима се од прочитане вредности притиска ако је температура барометра изнад 0°, а додаје се ако је температура испод 0°.

На пример:

1) *Температура барометра изнад 0°.*
Притисак прочитан на барометру 752,8 мм.
Температура барометра + 12°,4.
Поправка (за 752,8 мм. и + 12°,4) — 1,5
Притисак редуциран на 0° износи: 751,3 мм.

2) *Температура барометра испод 0°.*
Притисак прочитан на барометру 761,3 мм.
Температура барометра — 3°,5
Поправка (за 761,3 мм. и — 3°,5) + 0.4
Притисак редуциран на 0° је дакле 761,7 мм.

Редукција (свођење) притиска на морски ниво. — За научне сврхе и прогнозу времена, поред редукције барометра на 0°, треба одбити и утицај надморске висине места осматрања. Тај се поступак у метеорологији зове *редукција или свођење притиска на морски ниво.* Ово је потребно стога, што притисак нагло опада према висини и станице на разним висинама показивале би веома различит притисак, тако, да се, при упоређењу података о притиску не би знало, да ли је у извесном месту притисак низак, или висина велика, и обратно. Зато се код сваке станице, приликом сваког осматрања, врши и редукција притиска на морски ниво. У ствари, ова се редукција састоји у томе: што се притисак не узима у обзир онакав какав је осмотрен на дотичној висини, већ онакав какав би био на истом месту, када би барометар био у висини морске површине.

На крају ове књиге налази се Таблица II, по којој се непосредно, или путем интерполације,*) може наћи број који треба додати притиску редуцираном на 0° па да се добије притисак на морском ниво-у.

Помоћу ове таблице може се, такође путем интерполације, израдити подробнија таблица за редукцију притиска на морски ниво за сваку висину, притисак и температуру.

Поред редукције на 0° и на морски ниво, узима се у обзир још и такозвана *инструментска корекција*, јер сваки барометар има своју индивидуалну погрешку. Ова се корекција врши сравњивањем обичног барометра са нормалним барометром, који постоји код метеоролошких установа вишег реда.

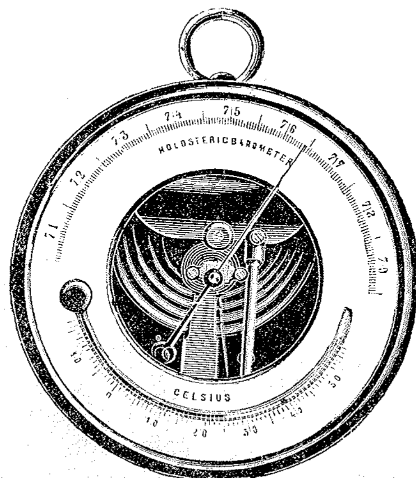
Такође се узима у обзир утицај *земљине привлачне снаге*, јер се тежина једног предмета повећава од екватора ка половима. Према томе и висина живиног стуба мора бити нижа у колико се даље иде од екватора. Барометри који су код нас у употреби грађени су за географску ширину од 45° и стога њима скоро није потребна корекција привлачне снаге. Колика је пак корекција потребна за поједине степене географске ширине, види се у таблици III на крају ове књиге.

Када се све напред речено узме у обзир (редукција на 0°, надморска висина, инструментска корекција и земљина привлачна снага), онда се тек добија, код живиних баро-

*) Интерполација је изналажење недостајућих вредности, односно израчунавање међувредности у неком низу бројева.

тара, прави атмосферски притисак који се користи за научне сврхе.

Анероид барометар. — Анероид барометар је метални барометар у виду сата (сл. 22), који помоћу сказаљке показује величину атмосферског притиска. Он има једну безваздушну кутијицу од танког и еластичног лима, која се кутијица, под утицајем спољног притиска, мање или више угиба. У унутрашњости безваздушне кутијице налази се једна мала опруга, која потпомаже реакцију еластичних површина кутијице на промене притиска. Угибања кутијице преносе се на сказаљку, која је у вези са кутијицом, и која се креће по скали барометра. Скала је изгравирана на спољној плочи и има поделе које означавају милиметре притиска. Положај сказаљке на скали показује тренутни притисак ваздуха у милиметрима, који одговара висини живиног стуба код живиног барометра.

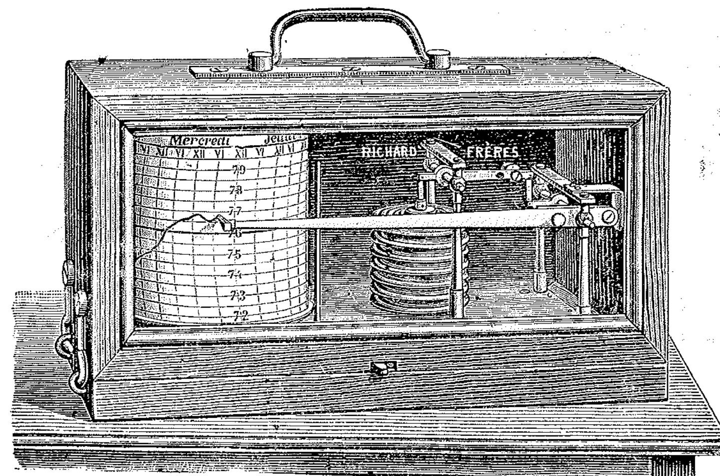


Сл. 22. — Анероид барометар.

Анероид барометри нису толико тачни као живини барометри, јер металне кутијице не реагирају тако прецизно на промене притиска као што реагира жива. Али су они ипак много у употреби због лаког ношења и лаке употребе. Затим, иако не показују тачну апсолутну вредност, они врло добро показују промене притиска.

Најзад, код анероид барометра не врше се никакве редукције, већ се непосредно чита и користи онај притисак који показују, пошто су они при конструкцији подешени да им температура и други спољни утицаји не измењују знатно вредност. Само је потребно да се барометар анероид што чешће упоређује са живиним барометром и да се по њему равна. У ту сврху постоји на сваком анероиду мали отвор са завртњем, који се може по вољи завијати или одвијати, ради довођења сказаљке на одговарајући притисак на скали — према живином барометру. Упоређење анероида треба вршити најмање једанпут у три месеца.

Барограф. — Поред тачног мерења апсолутне вредности атмосферског притиска, модерна метеорологија захтева проучавање сваке промене његове, јер су управо те промене најзначајније у прогностици времена. Ради омогућења праћења тих промена конструисан је, на принципу анероида, *барограф* (слика 23), који у сваком тренутку бележи, како стварну вредност, тако и мењање притиска.



Сл. 23. — Барограф марке Richard.

Барограф има све делове као и термограф, и принцип функције му је исти, само што је код њега цев са алкохолом замењена са неколико безваздушних кутијица, као што су оне код анероида. Угибања тих кутијица, при мењању ваздушног притиска, преносе се на полугу са пером, а перо уцртава линију (криву) промене притиска на милиметарској хартији, која се зове *дијаграм* или *барограм*. Тако се на дијаграму види кретање притиска у свако доба, а нарочито се виде карактеристичне кривине (падови или порасти притиска), које одговарају извесном карактеристичном стању времена, које је владало у дотичном тренутку. Овим кривинама барографа придаје се нарочита важност у прогностичкој метеорологији.

Барографа има разних величина и марака, али су највише у употреби такозвани седмодневни станични барографи,

марке „J. Richard“ из Париза и „R. Fuess“ из Берлина, који раде беспрекидно седам дана.

Метеоролошке опсерваторије и главне метеоролошке станице имају и велике барографе, код којих се дијаграм мења свака 24 часа. Исто тако оне имају и прецизне барографе са живиним стубом, код којих се мењање притиска преноси на перо електричним путем.

Барографи, као и барометри анероиди, чувају се под истим приликама као и живини барометри, тј. у унутрашњости куће, где се температура знатно не мења.

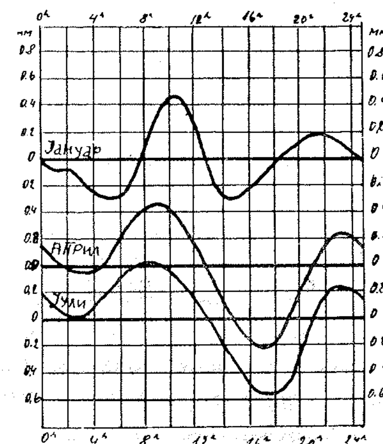
Дневна колебања атмосферског притиска. — У главном, колебања притиска у току једнога дана супротна су дневном колебању температуре Изјутра је ваздух најтежи и најхладнији, па је стога и притисак тада знатно висок. Када Сунце почне да загрева земљу, загревају се и најнижи слојеви ваздуха, који услед тога увећавају своју запремину. Увећавањем запремине ваздух чини напон, како на околни ваздух, тако и на земљу, и због тога се притисак на земљи постепено повећа. Ово повећање траје до око 10 часова, када је топли ваздух већ знатно увећао своју запремину и свој стуб уздигао више од суседног стуба хладног ваздуха. Тиме се на висинама створила ваздушна неравнина и ваздух се са вишег стуба одлива тамо где је стуб нижи. Тако на висинама наступа отицање ваздуха са топлог стуба, а приземни ваздух се још брже пење увис. Очигледно је дакле, да ће на површини земље притисак ослабити за онолико, колико је отекло ваздуха са топлог стуба. Слабљење притиска траје само до око 16 часова, када достиже свој минимум. Затим се ваздух почиње хладити, престају струјања увис, и, напротив, ваздух се спушта земљи, а барометар опет почиње расти у толико брже, у колико је хлађење ваздуха веће. На неким местима притисак се врло лагано повећава после 21 час, а на неким пак и опада по мало, и то све тако траје до ујутро, када се опет притисак повећава као што смо напред видели.

Овако понашање притиска барограф обележава са два дневна вала, како у позитивном, тако и у негативном смислу. Слика 24 приказује шему тих дневних валова промене притиска у јануару, априлу и јулу.

Ове дневне промене притиска не запажају се сваког дана, већ се обично барограф управља према општој барометарској

ситуацији, тј. према кретању циклона и антициклона. Само када је притисак знатно уједначен, и при ведрим данима, онда се појављују ови карактеристични валови дневне промене.

Дневна амплитуда притиска зависи од географске ширине и месних прилика. Она је највећа на екватору, где се знатно истичу поменута два вала дневне промене притиска, док су исти све слабији и неправилнији у правцу полова. Дневна колебања притиска много су значајнија на континентима него на мору. Исто тако амплитуда је већа у долинама него на бреговима. Најзад дневна промена притиска на средњим ширинама не представља велику вредност у практичном смислу, већ има више теориски значај.



Сл. 24. – Шема дневне промене притиска (по Анго-у).

Годишња колебања атмосферског притиска. — За годишња колебања притиска важи овај закон: на средњим ширинама притисак је на континентима јачи зими, а слабији лети; на морима је обратно. Томе је узрок подела температуре у појединим годишњим добима. Над хладним просторијама ваздух је тежи, а над топлима лакши. Отуда на континенту је у зиму јачи, а у лето слабији притисак него на мору.

Опадање притиска на висинама. — Ако са барометром пођемо на висине приметићемо да притисак нагло опада, нарочито у нижим ваздушним слојевима. Опадање притиска у тим нижим слојевима износи 1 мм. на 10.5 метара висине, или 9 мм. на 100 метара. На већим висинама притисак спорије опада и, у средњој вредности, креће се по овој таблици.

Опадање притиска на висинама

Висина у метрима	Опадање притиска за 1 мм. на сваких	Висина у метрима	Опадање притиска за 1 мм. на сваких
500	11.1 м.	2500 м.	14.2 м.
1000	11 8 м.	3000 м.	15.1 м.
1500	12.5 м.	4000 м.	17.2 м.
2000	13.4 м.	5000 м.	19.6 м.

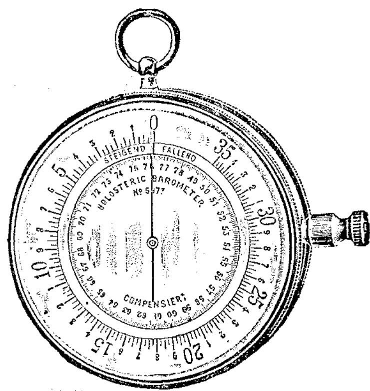
Узрок опадању притиска са висином тумачи се са ова два разлога: прво, што на висинама изнад нас остаје мањи стуб ваздуха, а друго, што гушћи ваздух остаје испод нас.

Лаплас је поставио овај закон: *притисак се смањује по геометријској прогресији, са порастом висине по аритметичкој прогресији.* На пример: ако би цела атмосфера имала температуру од 0^0, онда бисмо на висини од 5540 метара имали половину притиска од оног на површини земље; на двострукој висини имали бисмо 1/4, а на трострукој само 1/8 притиска. Или при истој температури, ако је притисак на површини земље 760 мм., онда ће на висини од 18.4 км. бити 76 мм., а на 36,8 км. само 7,6 мм. итд. Међутим, пошто је температура у високим слојевима атмосфере знатно нижа од 0^0, то се претпоставља, да је и опадање притиска у тим слојевима још нешто јаче.

Познавање закона о опадању притиска на висинама дозвољава решавање ових двају важних проблема: *мерење висина помоћу барометра* и *редукцију притиска на морски ниво.*

О редукцији притиска на морски ниво било је речи на страни 49, а овде ћемо изложити мерење висина помоћу барометра.

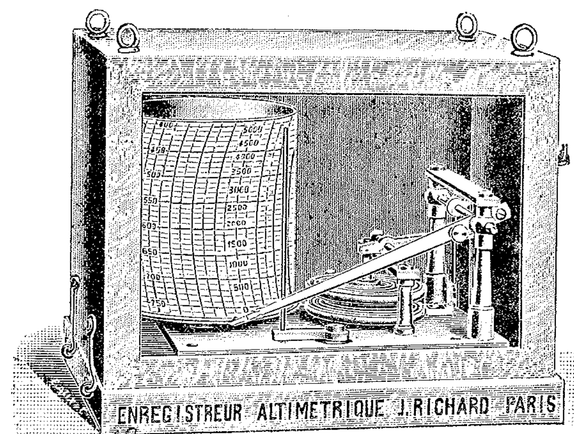
Мерење висина помоћу барометра. — Ако није потребна нарочита тачност, мерење висина помоћу барометра може се вршити простим читањем барометра код ниже и више тачке (на пример: на подножју и врху брда). Нађену разлику у милиметрима треба помножити бројем 10,5 (или одговарајућим бројем из таблице на страни 53, према висини на којој се мерење врши. Добивени производ је приближна разлика у метрима између узетих тачака.



Сл. 25 — Висиномер.

За оваква (приближне тачности) мерења употребљавају се нарочито удешени барометри анероиди, звани: *висиномери* или *алтиметри* (сл. 25) који, поред скале за притисак, имају и скалу која показује одговарајуће метре висине према величини смањеног притиска на висини.

Ови су алтиметри највише у употреби у ваздухопловству за мерење висине аероплана и балона. У ову сврху постоје и регистрирни алтиметри, звани *барографи за висине* (сл. 26).



Сл. 26. — Барограф за висине.

Барограф за висине је идентичан обичном барографу, само његов дијаграм има поделу на метре висине. Уздижући се на висине, а према смањењу притиска, перо барографа бележи на дијаграму висину на којој се ваздухоплов налази.

За тачнија мерења висине помоћу барометра служи ова формула:

$$Z = 16{,}000 \frac{h - h'}{h + h'} (1 + 0{,}004\ t).$$

У којој Z означава тражену висину, h и h^1 притисак код доње и горње тачке и t средњу температуру ваздуха између доње и горње тачке.

На пример: нека доња тачка има надморску висину од 131 метар, притисак $h = 752{,}4$ mm., а температуру $t = 16^0{,}8$. Код горње тачке,*) чију висину хоћемо да дознамо, нека је притисак $h^1 = 668{,}6$ mm., а температура $t' = 10^0{,}2$. Средња температура биће $\frac{16{,}8 + 10{,}2}{2} = 13^0{,}5$ а разлика у притиску

$$\frac{752{,}4 - 668{,}6}{752{,}4 + 668{,}6} = \frac{83{,}8}{1421}.$$

Отуда $Z = 16{,}000 \times \frac{83{,}8}{1421} (1 + 0{,}004) \times 13{,}5 = 999$ м., а

*) Горња тачка може бити аероплан, балон итд.

то је разлика висине између доње и горње тачке или *релативна висина*. Кад се тој вредности дода надморска висина доње тачке, онда се добива *надморска* висина и горње тачке, дакле: 999 + 131 = 1130 метара.

Подела притиска на земљиној површини. — Као што смо из предњих излагања видели, јачина атмосферског притиска, на извесном месту, у главном зависи од надморске висине тог места и од температуре и влаге ваздуха. Али, пошто се утицај висине у метеорологији одбија редукцијом притиска на морски ниво, то ће вредност притиска зависити само од температуре и влаге ваздуха у појединим областима. Како су ова два елемента променљива, и у времену, и у простору, то се и притисак према њима мења. Независно од температуре и влаге, на јачину притиска делују и асцендентне и десцендентне струје, стално или повремено, према месту и годишњем добу. Најзад стални, и увек у истој мери, на истим географским ширинама, утицај на јачину атмосферског притиска има и Земљина привлачна снага.

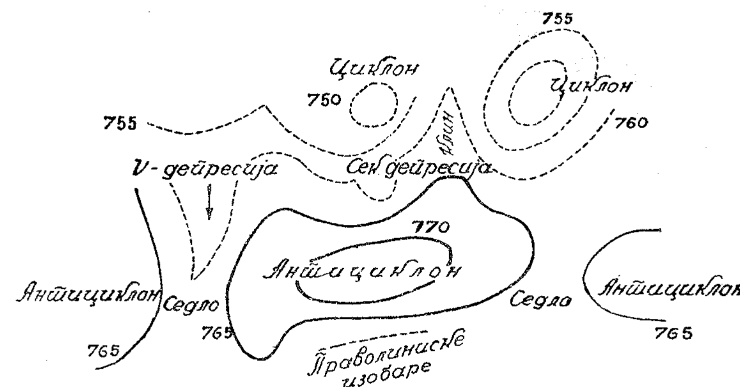
Од поделе атмосферског притиска, било тренутне, било повремене, или сталне, зависи и стање времена на дотичном простору и у дотичном временском периоду. Познато је, да изнад просторија, на којима влада висок притисак, преовлађује лепо, док над онима где влада низак притисак, преовлађује ружно време.

Проучавање поделе атмосферског притиска врши се на тај начин, што се прикупљају, од што већег броја метеоролошких станица, подаци о тренутном или периодичном стању притиска редуцираног на морски ниво, па се ти подаци уносе у нарочите карте, на којима се извлаче линије једнаког притиска, такозване *изобаре*. Изобаре увек дају слику затворених кругова. Средишта тих затворених кругова су средишта високог или ниског притиска.

Изобаре се извлаче обично на 2 или 5 мм, односно милибара, разлике у притиску. Њихов број и међусобан размак на карти зависе од величине разлике притиска између појединих предела. Правилност њихова (кривине) зависи од правилности поделе притиска. При извлачењу изобара, нарочито код тренутног стања притиска, појављују се седам карактеристичних облика (типова) који се виде на сл. 27.

Сваки тип изобара, свака кривина, условљава извесно,

њему својствено, стање времена, о чему ће засебно бити речи у IV делу ове књиге. Овде ћемо изнети само средње стање притиска на целој земљиној лопти, при чему ће нам послужити карта средњих годишњих изобара (сл. 28).



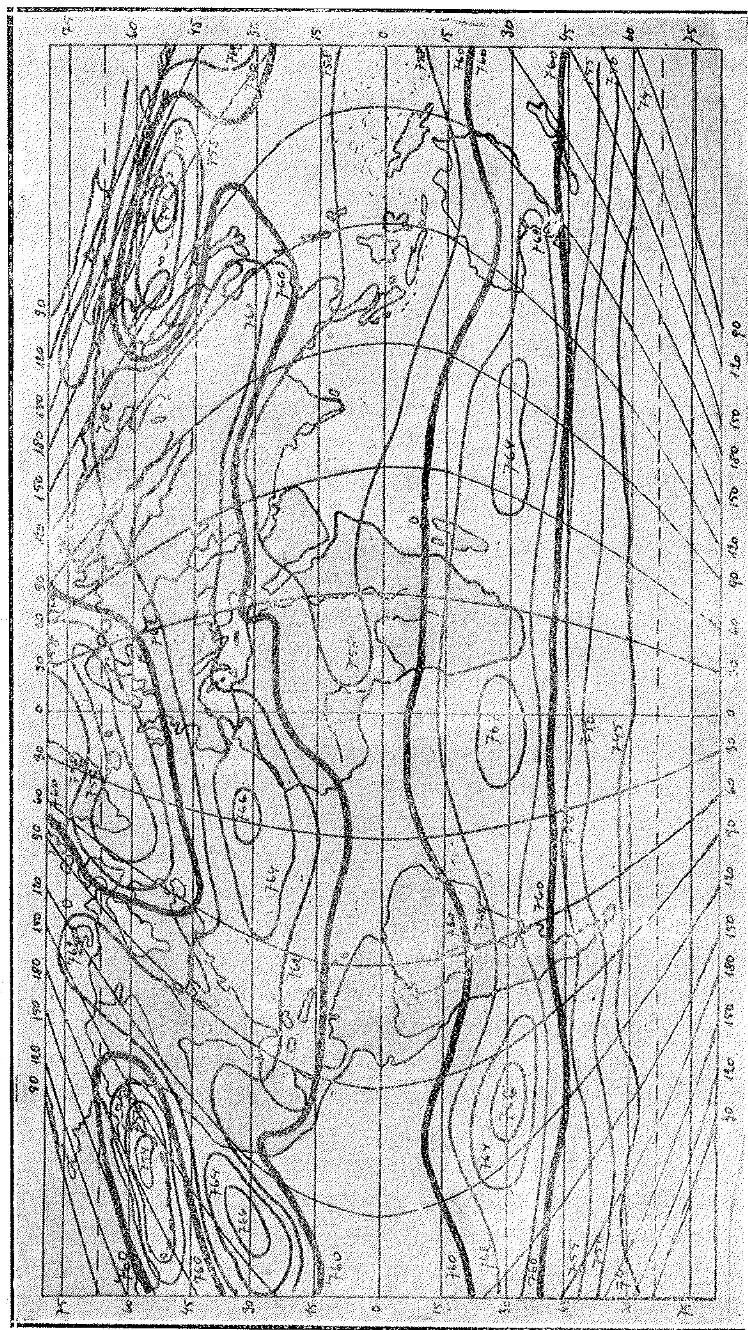
Сл. 27. — Изобарски типови (по Abercomby-у).

Посматрајући поменуту карту видимо, да екваторске области, иако имају највиши стуб ваздуха, ипак немају највиши притисак. Напротив, притисак је тамо нижи и од нормалног притиска и у средњој вредности износи око 758 мм. Ово долази отуда, што је на екватору ваздух топао, редак и лак, те се диже у вис (асцендентне струје) и на висинама отиче према половима, а то изазива слабљење притиска (депресију) у екваторским пределима.

Око 30° географске ширине (северне и јужне) ваздух, који висинама долази од екватора, спушта се наниже у виду десцендентних струја и изазива повишење притиска на земљиној површини. Отуда те области имају и највиши средњи притисак.

Даље према половима притисак је све слабији до око 60° географске ширине, а одатле притисак опет расте у правцу полова. Али из поларних области недостају сигурна мерења.

Одвојено од ове опште (појасне) поделе притиска, на северној полулопти се запажају нарочито два средишта изразито високог, и два изразито ниског притиска. Средишта високог притиска су: једно на Атланском Океану, око Азорских Острва, а друго на средњем делу Тихог Океана (западно од Калифорније). Средишта ниског притиска налазе се једно на простору између Гренланда и Скандинавије (око Исланда), а



Сл. 28. — Карта поделе притиска на земљиној површини (годишње изобаре)

друго на северном делу Тихог Океана. Ова средишта високог и ниског притиска у ствари управљају временом северне полулопте. За Европу је највише од значаја средиште високог притиска на Атлантику, које је познато под именом *азорски максимум*, и депресиони простор између Гренланда и Скандинавије, који је познат под именом *исландска депресија*.

ГЛАВА II

ВЕТАР

Појам о ветру. — Ветар је ваздух који се креће и кога осећамо, или примећујемо, да се креће. Ако не осећамо и не примећујемо да се ваздух креће, кажемо да је време тихо. Затим под ветром се имају разумети кретања ваздуха мање или више у хоризонталном смислу, а не и вертикална струјања (уздизања и спуштања ваздуха) која се у науци зову: *успона* и *ниспона кретања,* односно *асцендентне* и *десцендентне струје.*

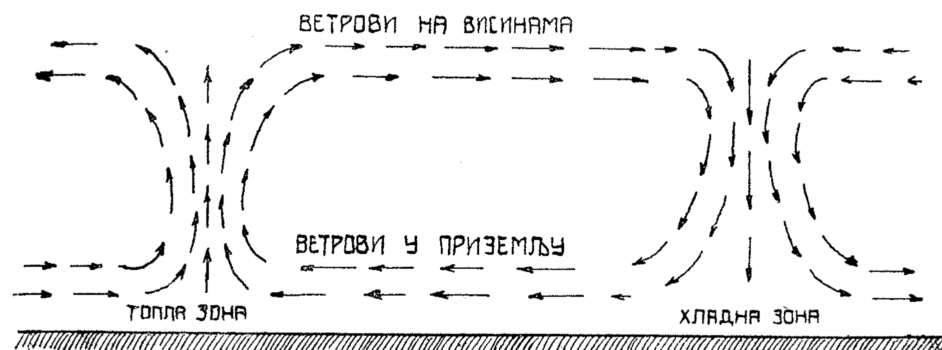
Узрок постанка ветра. — Ветар настаје услед разлике у притиску, било на земљиној површини, или на висинама. Разлика пак у притиску настаје, скоро искључиво, због неједнаке температуре. Према томе, основни је узрок појаве ветра разлика у температури на земљи или у атмосфери. Сам пак постанак ветра могли бисмо претставити на следећи начин:

Замислимо две суседне области, од којих једна да буде топла, а друга хладна. Изнад топле области ваздух се загрева, шири и диже увис, а изнад хладне, ваздух се хлади, згушњава и таложи наниже. Због овог факта над топлом облашћу ваздух бива уздигнут на већи ниво од ниво-а ваздуха над хладном облашћу, а тиме је створен услов за кретање ваздуха на висинама од топле према хладној области. Прелазом пак ваздуха са топле на хладну област изазива се, у приземљу, слабљење притиска на топлој, а јачање на хладној области. У циљу пак успостављања равнотеже у приземљу, ваздух са хладне просторије упућује се према топлој, у толико брже, у колико је разлика у притиску већа. Оно прво кретање ваздуха на висинама је појава висинског, а ово друго, у приземљу, је појава приземног ветра, као што показује сл. 29.

Да би се боље разумео механизам постанка ветра послужићемо се овде једним примером код течности, по немачком метеорологу Шпрунгу.

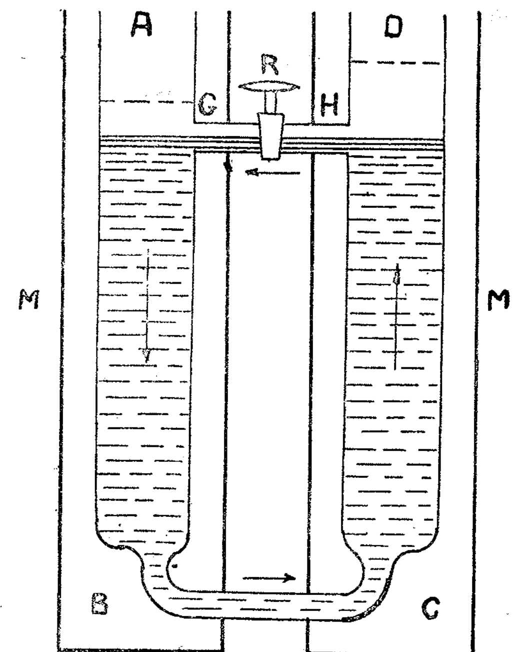
Узмимо два вертикална суда AB и CD на сл. 30, који су

у вези један с другим и то: доле цевљу BC, а горе цевљу са славином GH. Оба ова суда налазе се у стублинама M и M' кроз које се може пуштати вода или пара, ради одржања извесне топлоте.



Сл. 29. — Шема струјања ваздуха због разлике у температури.

Одстојање од BC до GH је тачно 1 м. Напунимо ове судове водом и држимо их под температуром од 10°. За време



Сл. 30. — Циркулација воде због разлике у температури.

док је температура у оба суда једнака, неће бити никаквог кретања воде. Али, ако под затвореном славином R воду у суду CD загрејемо до 100°, она ће се ширити, и док је на 10° заузимала висину од 1000 мм., на 100° заузеће 1043 мм. Вода у цеви AB, која је остала под температуром од 10°, није мењала своју висину.

Притисак код B и C остао је исти ма да је висина воде код CD нарасла; ово стога, што густина воде код CD има увек обрнут однос према температури. Сада ћемо запазити да се притисак, иако је једнак код B и C, повећава у топлом суду у правилној сразмери према удаљењу од нивоа BC: код GH он је једнак тежини стуба воде високог 43 мм. на 100°.

Ако сада отворимо славину R, а пошто је притисак већи код H него код G, вода ће се кренути од H ка G. Притисак ће се код C смањити, а код B повећавати, јер извесна количина воде из CD прелази у CB. Како је сада притисак воде код B већи од оног код C, то се ни овде не може одржати равнотежа, већ ће вода од B прелазити на C. Ако задржимо и даље исту разлику у температури између једног и другог суда, наставиће се кружно кретање воде у правцу CDABC, као што је показано стрелицама на слици.

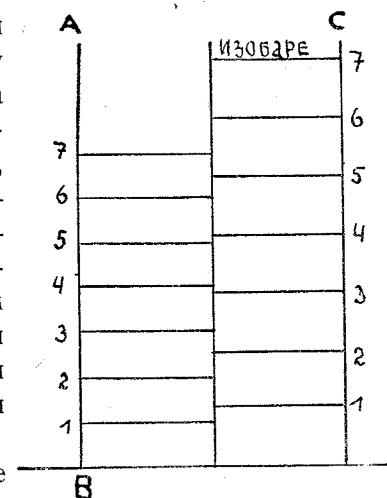
Кад ово кретање воде постане једнако тј. добије своју сталну брзину, измерићемо висину течности у оба суда. Видећемо да она код CD износи 1029 мм. а код AB 1014 мм. Дакле притисак код H мора бити већи од оног код G за тежину стуба од 15 мм., док је раније ова разлика била равна стубу воде од 43 мм. Посматрајмо сада шта се дешава код BC. Код B притисак је раван тежини стуба воде од 1014 мм. на 10°, код C = 1029 мм. на 100° што је равно

$$1029 \times \frac{1000}{1043} = 987 \text{ мм. воде на } 10^\circ.$$

Према томе притисак код B већи је него код C за тежину воде (од 10°) која је показана разликом између оба стуба тј. 1014—987 = 27 мм.

Дакле, због разлике у температури, која постоји између ових двају судова, види се ово: 1. у доњем делу, притисак је мањи код C него код B; 2. у горњем делу притисак је већи код H него код G; 3. на извесној висини, око 655 мм, налази се једнак притисак код оба стуба и то ћемо место назвати неутралном зоном. Испод неутралне зоне притисак је мањи у топлом, а већи у хладном суду; изнад неутралне зоне случај је обрнут.

Слично понашању воде понаша се и ваздух. Ако узмемо два стуба ваздуха исте висине и исте температуре, који су преграђени један од другог, па онда један загрејемо, видећемо ово: код топлог стуба ваздух се шири и уздиже, дижући слојеве на веће висине него што су били и него што стоје слојеви истог притиска код хладног стуба (сл. 31). На земљиној пак површини притисак код оба стуба остаје непромењен и онда, када се отвори веза између њих. Тек када се успостави веза између ових стубова и у висини, онда ће на висинама ваздух топлога стуба, због уздигнутог слоја истог притиска, прелазити на хладни стуб. Услед тога ће у приземљу наступити смањење притиска у топлом, а повећање у хладном стубу, и ваздух ће се ставити у покрет из хладног у топли стуб, као што је био случај и са водом на сл. 30.



Сл 31. — Висинске изобаре у стубовима хладног AB и топлог CD ваздуха.

У колико се ваздух брже загрева, шири и уздиже, у толико ће и разлика у притиску бити већа, како на висинама, тако и на земљи, а услед тога ће и струјање ветра бити јаче. У сваком случају, ваздух ће се кретати од вишег према нижем притиску и, у толико брже, у колико су веће разлике у притиску на јединици дужине.

Мерење правца ветра. — Правац ветра рачуна се по странама света, које се одређују по географском (а не по магнетском) меридијану. Увек се за правац ветра узима она страна, одакле ветар долази (дува), а не она куда ветар одлази.

За обележавање правца ветра служи нам тзв. *ружа ветра* (сл. 32) на којој су означене стране света, односно правци одакле ветар дува.

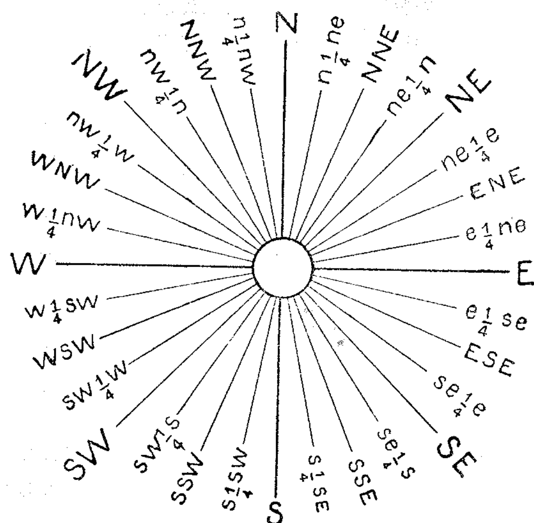
Главни су правци север, (који се обележава са N) исток (E), југ (S) и запад (W); затим као главни међуправци долазе:

североисток (NE), југоисток (SE), југозапад (SW) и северозапад (NW). У метеорологији се употребљава ружа ветра од 16 или 32 правца. Ружа од 16 правaца има ова означења:

Скраћено значење		*Значење у речима*
Наше	Међународно	
С	N	Север
С С И	N N E	Север-североисток
С И	N E	Североисток
И С И	E N E	Исток-североисток
И	E	Исток
И Ј И	E S E	Исток-југоисток
Ј И	S E	Југоисток
Ј Ј И	S S E	Југ-југоисток
Ј	S	Југ
Ј Ј З	S S W	Југ-југозапад
Ј З	S W	Југозапад
З Ј З	W S W	Запад-југозапад
З	W	Запад
З С З	W N W	Запад-северозапад
С З	N W	Северозапад
С С З	N N W	Север-северозапад

Првенствено се употребљава међународна ознака латинским словима, а нарочито код публикација.

Ружа од 32 правца види се на сл. 32.



Сл. 32. — Ружа ветра.

Правац ветра може се рачунати и у степенима од 0 - 360°, почев од севера па према истоку.

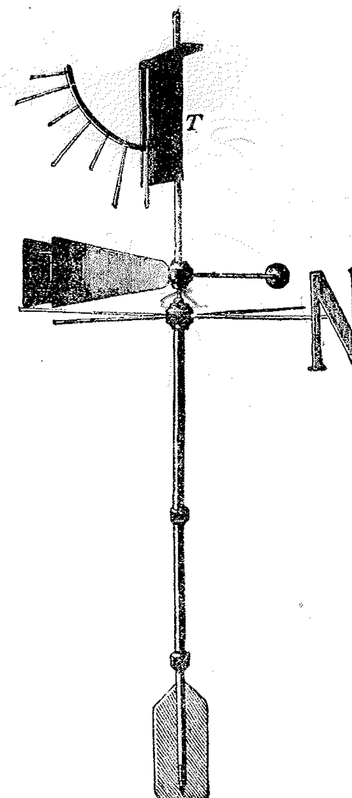
Висински ветрови обележавају се по ружи од 0—36, тј. у десетинама степени.

Ветроказ. — За осматрање правца ветра служи *ветроказ* (сл. 33.) Он се састоји из: вертикалног стуба, двокраког крила са металном лоптом, плоче са зупчастом скалом за показивање брзине ветра и из четири палице, које показују главне стране света. На једној палици налази се слово N које показује север. Стуб и палице су непокретни, а крило и плоча са зупчастом скалом окрећу се на стубу према утицају ветра. Крило се окреће тако, да његова лопта стоји у оном правцу одакле ветар дува. Положај лопте показује дакле правац ветра, а помоћу палица се одређује тај правац, односно страна света.

Плоча са зупчастом скалом окреће се заједно са крилом и излаже ветру своју ширину, чинећи вертикалну раван нормалну на правац ветра. Дејство ветра одбија плочу уназад и уздиже је уз зупчасту скалу, у толико више, у колико је ветар јачи. Кад је тихо време плоча стоји на првом зубу а даље показује следеће брзине ветра:

На	2 зубу	око	2	м/сек.
„	3 „	„	4	„
„	4 „	„	6	„
„	5 „	„	8	„
„	6 „	„	10	„
„	7 „	„	14	„
„	8 „	„	20	„

Ветроказ се намешта на највишу тачку где долази ветар несметано са свију страна. При томе треба водити рачуна да стуб, на који се ветроказ намешта, буде у потпуно вертикалном положају, а крило да је у равнотежи са лоптом. У противном случају тежа

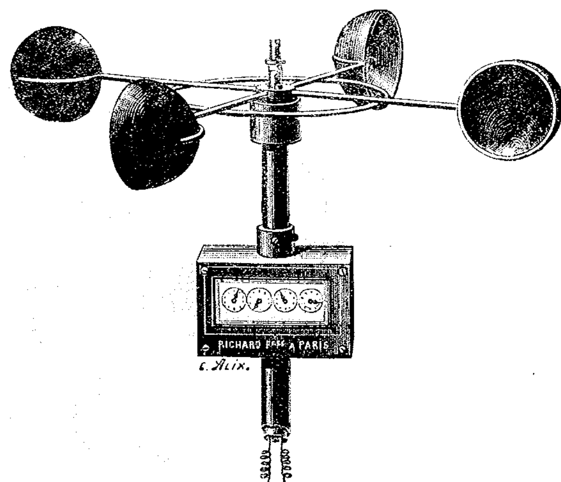


Сл. 33. — Ветроказ.

страна ће увек висити на једну страну и ветроказ неће показати тачан правац ветра. Проверавање тачности и подмазивање мора бити врло често, јер, због утицаја кише и влаге, осовина зарђа и тиме кочи обртање покретног дела.

Брзина (јачина) ветра. — Брзина или јачина ветра је брзина кретања ваздуха у простору, у јединици времена. Она се изражава у метрима у секунди, или у километрима на сат.

Брзина ветра од 1, 2, 3... и више метара у секунди значи да је ваздух прешао 1, 2, 3... и више метара у простору за једну секунду. Ако ветар прелази 1 м. за секунду онда ће за сат прећи 3.600 м. Другим речима, брзина ветра од n метара у секунди биће равна $n \times 3.600$ м. на сат и обратно: брзина од m км. на сат износи $\frac{m}{3,600}$ метара у секунди.



Сл. 34. — Робинсонов анемометар.

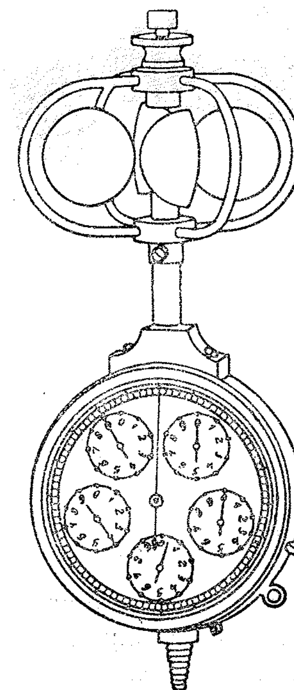
Брзина или јачина ветра може се мерити и притиском (у килограмима) који ветар чини на извесну површину. Површина се поставља нормално на правац ветра. Ако је површина $= 1$ м^2, онда ће ветар од 1 м/сек. на њој производити притисак од 0,076 кг.; ветар од 2 м/сек производи четири пута јачи притисак или 0.3 кгр.; од 4 м/сек. $=$ 1.22 кг. на м^2. Брзина пак ветра од 40 м/сек. (оркански ветар) производи притисак од 122 кгр. на квадратни метар.

Анемометар. — Анемометар (ветромер) је инструменат за мерење брзине ветра. Највише се употребљавају анемометри типа Робинсон (сл. 34).

Он се састоји из вертикалне осовине, на коју је положен равнокрак крст. На краковима крста утврђене су издубљене полулопте. На доњем делу осовине налази се справа за показивања обртаја. Утицај ветра чини да се осовина с крстом обрће и, у колико је ветар снажнији, обртање ће бити брже. Справа за показивање обртаја стоји у вези са осовином анемометра и показује директно метре у секунди или километре на сат, које је ветар прешао Обично један сат показује стотине, други хиљаде, трећи десетохиљаде или стохиљаде, а четврти милионе метара, колико је ветар прешао преко анемометра у извесном времену. Тако се дељењем метара ветра јединицом времена може лако изнаћи средња брзина ветра у коме се хоће времену.

Обртања анемометара могу се преносити и на даљине помоћу електричне струје. У ту сврху апарат је удешен да после сваких 100 или 500 метара пређеног ветра, долази једна игла у додир са струјом, а ова даје знак звуком, светлошћу или цртежом на хартији тамо где се хоће.

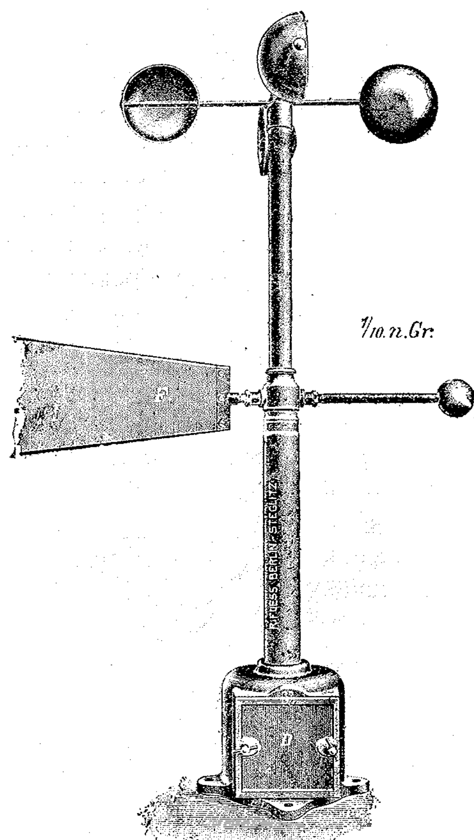
На слици 35 види се т. зв. *ручни анемометар* марке Fuess, који је данас највише у употреби, а који је подесан и за тренутна мерења и за мерења просечне брзине ветра.



Сл. 35. — Ручни анемометар.

Анемограф. — Инструменат који брзину и правац ветра узастопно бележи на хартији зове се *анемограф*. Код нас је у употреби анемограф фабрикације R. Fuess-а из Берлина и он се састоји 1) из мотора са ветроказом и издубљеним полулоптама на крсту (сл. 36.), и 2) из апарата за регистровање (сл. 37.) у коме се налазе: часовник, пантљика од хартије, на којој се бележи правац и брзина ветра, и пера за бележење. Мотор се утврђује на најузвишенију тачку, као и ветроказ, а

апарат за регистровање ставља се у унутрашњост куће. Помоћу електричне струје одржава се стална веза између мотора и апарата за регистровање. Сваки покрет ветроказа или крста са полулоптама преноси се дакле на регистрирни апарат, а овај региструје овако:

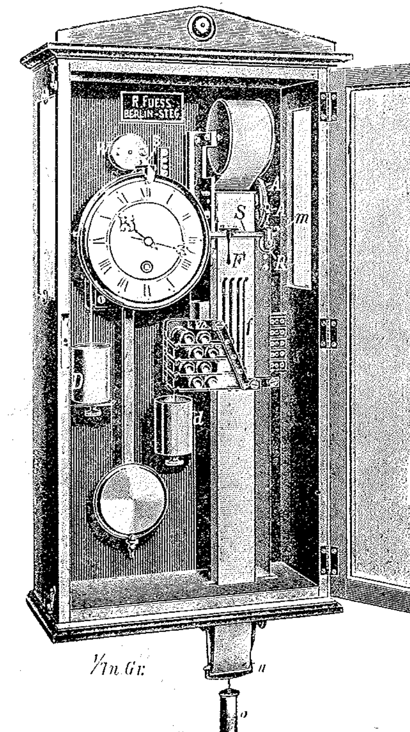


Сл. 36. — Мотор Анемографа.

1) За правац ветра постоје четири паралелна пера: једно бележи ветар од севера (N), друго од истока (E), треће од југа (S) и четврто од запада (W). У случају да два пера једновремено пишу, онда је знак да ветар долази од оне стране, која се налази између та два правца, на пример: ако пише N и E, ветар је NE, ако пише S и W, ветар је SW итд. Али, ако у првом случају, код N и E, перо N пише чешће него E, онда је правац NNE, ако је обратно, тј. да перо E пише чешће од N, онда је ветар ENE итд.

2) За мерење брзине постоји перо које је електричним спојем везано за мотор, тј. за крст са полулоптама. Перо се налази на једној полузи, постављеној водоравно, која је у вези са часовником. Часовник креће полугу с лева у десно тако, да перо, које на пантљици пише, направи линију од једног краја пантљике до другог за 1 сат. Ако није било ветра, ова је линија права, хоризонтална, а ако га је било, онда перо скаче за око 1/2 милиметра на сваких 500 метара ветра. Тако ће перо правити скокове у толико чешће, у колико је ветар јачи. Линија

коју перо пише иде дијагонално, тако, да се може избројити број скокова овога, а према томе се израчунава колико је метара, или километара, ветар превалио у једном сату. Да би се избегло бројање и рачунање, уз сваки анемограф има стаклена реглета (лењирић) која, када се положи на пантљику анемографа, одмах даје непосредно број километара брзине ветра у дотичном сату.



Сл. 37. — Регистрирни део анемографа.

Када перо направи линију од једног сата, онда се оно аутоматски враћа натраг и почиње нову линију.

Оцењивање брзине ветра од ока. — Где нема инструмената, оцењивање ветра врши се од ока. За ово постоји таблица звана *Бофорова скала,* по којој извежбан осматрач може оценити јачину ветра без велике погрешке.

По Бофоровој скали брзина ветра подељена је на дванаест ступњева, од 0 до 12, као што се види из следеће таблице:

Бофорова скала

Број Бофорове скале	Ефекат произведен ветром	Брзина ветра у м/сек.	Брзина у км/час.
0	Тихо, дим се диже вертикално, лишће на дрвећу непомично	0—0·5	0—2
1	Тиха струја, једва осетна за чула, дим се мало повија, а лишће на дрвећу још је непомично	0·5—2	2—7
2	Поветарац, осећа се на лицу и рукама и лако покреће лишће	2—4	7—14
3	Ветрић, лако покреће заставу и слабе гранчице и тресе лишће на дрвећу	4—6	14 21

Број Бофорове скале	Ефекат произведен ветром	Брзина ветра у м/сек.	Брзина у км/час.
4	Умеран ветар, лепрша заставом и лишћем и љуља слабе гране на дрвећу	6—8	21—28
5	Свеж ветар, љуља јаче гране, за чула је непријатан	8—10	28–36
6	Јак ветар савија јаче гране, чује се на кућама и предметима	10—12	36—43
7	Оштар ветар, повија тања стабла, на стојећој води гони таласе, који се пенушају (праве кресте)	12—15	43—54
8	Олујан ветар, тресе јако стабла дрвећа и ломи слабије гране, човек бива осетно задржаван кад иде против ветра	15—18	54—65
9	Умерена бура, ломи јаче гране, помиче с места лакше предмете, као цреп са кућа итд.	18—21	65–75
10	Јака бура, обара слабе димњаке ломи и изваљује слабо дрвеће из земље	21—26	71—93
11	Жестока бура, скида кровове са кућа, врши тешка разорења	26 - 40	93—140
12	Оркан, руши куће, ломи дебела стабла, чупа дрвећа из земље и уопште прави пустош	преко 40	преко 140

Код телеграфских јављања, ветар од 10, 11 и 12 по Бофоровој скали означава се само бројем 9, а на крају се додаје реч „олуја 10", или „олуја 11", или „олуја 12".

Честина ветра. — Под честином ветра разуме се учестаност јављања ветра у извесном месту и у извесном времену. Честина се рачуна било по појави ветра уопште, било по правцу, или по брзини.

Честина ветра *уопште* значи вођење рачуна о појави ветра у извесном времену, без обзира на правац и брзину. Тиме се дакле дознаје само, колико се пута јавља ветар у извесном месту и у извесном времену (месецу, години)

Честина ветра *по правцу* даје могућност да се одреди преовлађујући ветар у извесном месту или крају, као и средња вредност ветра, обзиром на разне правце.

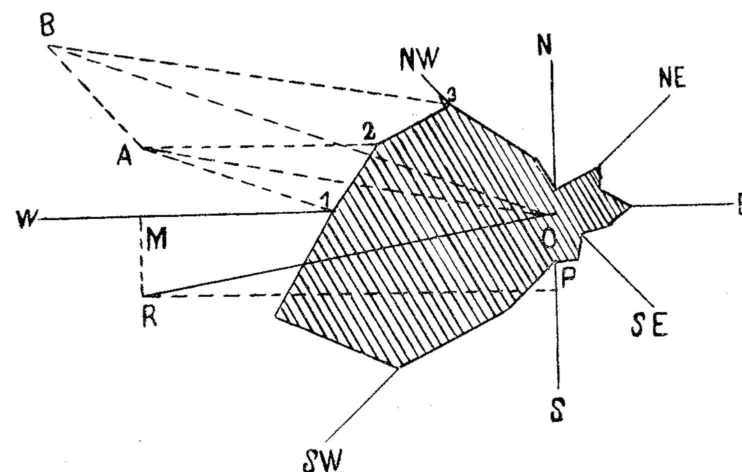
Преовлађујући ветар се изналази простим сабирањем броја појаве ветра (или броја дана са ветром) из разних праваца, по ружи ветра; највећи добивени број претставља преовлађујући ветар по правцу.

Средња вредност не може се изнаћи обичним рачунским радњама, као код осталих метеоролошких елемената, већ се поступа овако:

Најпре се преброји колико је пута дувао ветар од извесне стране (на пример у једној години) и нека је тај резултат следећи:

N	7	E	46	S	26	W	143
NNE	15	ESE	34	SSW	54	WNW	128
NE	30	SE	6	SW	150	NW	89
ENE	21	SSE	10	WSW	207	NNW	34

Затим се обележи ружа ветра од 16 праваца и уносе се у њене секторе, почев од средишта, дужине које одговарају броју правца ветра, као што показује слика 38.



Сл. 38. — Шема изналажења средње вредности ветра (по Анго-у).

На овај се начин може и од ока видети који је ветар најчешће дувао, али употребљујући правило о паралемограмима можемо изнаћи и тачну вредност. У том циљу повуче се кроз тачку 1 паралела са правцем WNW, а кроз 2 паралела са правцем W. Линија OA, која пролази кроз A где се секу линије 1 и 2, показује, по величини и правцу, резултанту ветра W и WNW. Затим треба од A повући паралелу са NW и од тачке 3 паралелу са OA. Када се од тачке B, где се ове две паралеле секу, повуче права линија (дијагонала) до O, добија се линија OB која показује, по величини и правцу, ре-

зултанту ветра од W, WNW и NW. Продужујући овако добиће се крајња права линија OR која ће приказивати геометриску резултанту свих ветрова тј. његову средњу вредност.

Други, нешто практичнији а тачнији начин од првог, састоји се у овоме: прво се означених шеснаест праваца замене са четири главна: N, E, S и W. Да би се добила компонента северног ветра, треба сабрати ова четири броја: 1) број осмотреног ветра од N; 2) збир ветрова од NNE и NNW помножен са 0,924*); 3) збир ветрова од NE и NW помножен са 0,707 и 4) збир ветрова од ENE и WNW помножен са 0,383. Исто тако, за компоненту источног ветра, треба сабрати ова четири броја. 1) број ветра од E; 2) збир ветра од ENE и ESE помножен са 0,924; 3) збир од NE и SE помножен са 0,707 и 4) збир од NNE и SSE помножен са 0,383. Затим за остала два правца S и W узети увек: 1) број дотичног правца: 2) збир двају најближих праваца с једне и друге стране помножен са 0,924; 3) збир двају следећих праваца помножен са 0,707 и 4) збир двају праваца трећих по реду, помножен са 0,383.

Извршујући рачунање предњег примера налазимо:

Компонента N 193 Компонента S 287
Компонента E 132 Компонента W 556

Разлика између компонената N и S износи: 94 у правцу S, а између E и W = 524 у правцу W. На слици 38 према правцу W повући, од средишта O, дуж OM равну броју 524, а исто тако према S повући дуж OP равну броју 94. Дијагонала OR, приказује по величини и правцу, средњу вредност ветра.

Честина ветра *по брзини* изналази се сабирањем броја јављања (или броја дана) ветра извесних јачина, било по правцима или уопште. Овим се дакле дознаје учестаност јављања ветрова разних јачина у извесним местима и извесним годишњим добима.

Барометарски градијент. — Познато је да брзина ветра зависи од разлике у притиску: већој разлици одговара јачи, а мањој слабији ветар. Као норма за мерење разлике притиска на земљиној површини узима се простор (одстојање) од 111,1 км. Разлика у притиску на овом простору зове

*) Бројеви 0,924, 0,707 и 0,383 су у ствари косинуси углова од 22°,30, 45° и 67°,30 под којима по реду стоје правци NNE, NE, и ENE према N, као и други одговарајући правци према својим главним правцима.

се *барометарски градијент*. Величина градијента изражава се разликом притиска у милиметрима на поменутом одстојању. Према томе ако разлика у притиску на 111,1 км. износи 1,2,3 . . . и више милиметара, каже се да и градијент има јачину од 1,2,3 . . . и више милиметара. Мањи градијент од једног милиметра, изазива слаб а већи од 4 и 5 означава врло јак олујни ветар. Која пак брзина ветра, у метрима у секунди, одговара појединим градијентима, није утврђено за општу потребу, јер то зависи од локалних прилика (конфигурације земљишта) сваког појединог краја. Брежуљкасто земљиште и шумски крајеви условљавају јако трење, те ветар према градијенту не бива знатно јак, док у равницама и на мору, при истом градијенту, ветар бива осетно јачи. Као практично правило узима се, да градијенту од 1 мм. одговара брзина ветра од 3—4 м/сек., градијенту од 2 мм. јачина од 7—8 м/сек. Може се дакле рећи, да је брзина ветра у м/сек, 3—4 пута већа од градијента.

При мерењу барометарског градијента овај се управља увек од вишег према нижем притиску, тако, да чини прав угао на изобаре (сл. 39), а ако су изобаре концентрични кругови, онда се градијент мери у правцу минимума, односно од максимума притиска (види на сл. 40 и 41).

Скретање ветра. — Из предњих излагања видели смо да разлика у притиску, поред изазивања кретања ваздуха, одређује и смер тога кретања, односно, по општем правилу: *ветар дува из крајева где влада висок притисак, у крајеве где влада низак притисак.* Само ветар не дува никад у правој линији од тачке највишег, до тачке најнижег притиска, већ на северној полулопти скреће у десно, а на јужној у лево од линије која везује те две тачке, односно од правца барометарског градијента. То скретање ветра изазива *девијациона сила земљиног обртања*, која је претстављена овим изразом

$$2\,\omega\,\upsilon\,\sin\varphi$$

где је ω брзина земљина обртања $(7{,}29 \times 10^{-5})$, υ брзина ветра (у метрима у секунди), φ географска ширина.

Утицај земљиног обртања долази до изражаја код сваког тела, које се извесном брзином креће кроз ваздух. Тај је утицај хоризонталног смисла и управан на правац кретања. Он тежи дакле да летеће тело (ветар, пројектил, аероплан итд.)

скрене од свога правца и то: на северној полулопти у десно, а на јужној у лево.

Скретање ветра је сразмерно његовој брзини: јачи ветар скреће више него слабији.

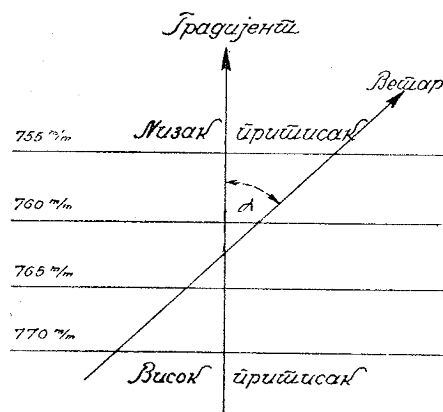
Трење утиче обратно: где су услови трења изразитији, ту ветар скреће мање, а где су ови слабији, ту ветар скреће више од правца градијента. Тако у Централној Европи просечно скретање ветра према градијенту износи 44°, а на Атланском Океану 80° (по Хану).

Ветрови разних праваца такође имају различито скретање. Највише скрећу јужни и југозападни, а најмање северозападни и северни ветрови. Први су лабилнији и лакши, те чине слабије трење о земљу, док су други стабилнији и тежи, те условљавају јаче трење. Из истих разлога, циклонски ветрови више скрећу него антициклонски.

У појединим деловима циклона и антициклона и у њиховим разним фазама, нарочито при неправилној изобарској ситуацији, скретање ветра врло је променљиво, те се општа правила о скретању ветра не могу применити за све случајеве.

У Југославији ветар скоро увек заклапа мањи угао са изобарама него са градијентом.

Слика 39 приказује положај градијента према изобарама и однос ветра како према градијенту, тако и према изобарама.



Сл. 39. — Шема скретања ветра.

Познавање правила о скретању ветра дозвољава нам да у свако доба проценимо, на којој се страни налази низак, а на којој висок притисак. Холандски научник Bays Ballot дао је о томе ово правило: *Окрените леђа ветру и имаћете низак притисак с леве стране и нешто унапред, а висок с десне стране и нешто уназад.*

Јачање ветра на висинама. — Призмени ветар подлежи утицају трења, те не развија своју брзину као онај на висинама. На висинама се он ослобађа трења и брзина му

се повећава. Повећање брзине бива нагло до око 300 метара, а потом знатно спорије. Просечно узев, на висини од 500 метара ветар је два пута јачи него на земљиној површини. Од 500 метара до 2000 метара ветар се једва нешто мало појачава, а тек на 4000 метара он је три пута јачи него у приземљу. На висини од 6 километара ветар је око 5 пута јачи од просечне брзине на земљи.

Повећање брзине ветра са висином бива јаче у јесен и у зиму, него у пролеће и у лето. Управо, повећање брзине је најјаче у јесен, а најслабије у пролеће, због турбуленције*), која је у јесен најслабија, а у пролеће најјача. Турбуленција омета хоризонтална струјања у нижим слојевима, док на већим висинама она нема утицаја. Затим, убрзање ветра са висином је јаче код циклона него код антициклона, јер је у циклону ваздух лакши и лабилнији него у антициклону. Најзад, западни ветрови су бржи него источни, јер ови последњи иду супротно земљином обртању, које омета њихово струјање.

Убрзање ветра са висином има своју границу, која је око 11 км. На тој висини просечна брзина ветра износи око 15 м. у секунди. Даље, у стратосфери, ветар постепено слаби, тако да на висини од 18 км. његова брзина спада на 8 м. у секунди, која брзина иначе одговара просечној брзини ветра на 4.000 метара.

Не треба сметнути с ума, да се овде ради о *средњој вредности* убрзања ветра са висином и да сва поменута правила не важе за поједине конкретне случајеве, а нарочито не за локалне и слаповите ветрове, који су често најјачи баш у приземљу, а брзина им опада са висином. За ово су типични примери наши ветрови *Бура, Кошава и Вардарац*, о којима ће посебно бити речи. И код изразитих антициклона дешава се, да се на висини између 2—3000 метара нађе скоро тихо време, док је иначе просечна брзина ветра на тој висини око 7 м. у секунди.

Правац висинских ветрова. Посматрањем кретања облака уверавамо се да ови више скрећу у десно него приземни ветар. Ово долази отуда, што се облаци, односно ваздушне струје које их носе, несметано покоравају силама које

*) Турбуленција је комешање ваздуха (више увис и наниже) због неједнаке температуре.

их скрећу у десно, док приземни ветар у томе бива спречен трењем о земљину површину, аналогно тумачењима на страни 74.

Високи облаци показују нам, да се правац ваздушних струја на висинама, не само не поклапа са правцем приземног ветра, већ да има и сасвим супротних струјања. Овај се случај нарочито догађа на простору између топлих и хладних области, као што то показује сл. 29 на страни 61, уз чије су објашњење изнети и узроци оваквог понашања ветра на висинама и у приземљу.

Нарочито су чести супротни висински ветрови на приморским обалама, где се појављују већ на 200—300 метара. Најчешћа је појава ових супротних приморских висинских ветрова између 600 и 3000 метара, а преко те границе ваздух нема учешћа у приморским ветровима.

Уопште узев, у Европи превлађују висински ветрови западног квадранта.

У Југославији пак, висински ветрови нису још довољно проучени. Проучавања се врше пилот балонима, али се ови пуштају већином само по лепом времену.*) Отуда се и резултати који се имају односе више на лепо време. Међутим за проучавање висинских ветрова још је корисније осматрање по ружном времену, јер су те ситуације од већег интереса, нарочито за ваздухопловство.

Дневне промене правца и брзине ветра. — О дневним променама правца и брзине ветра може бити речи само при лепом, односно ведром (антициклонском) времену. Изразите дневне промене правца и брзине ветра јављају се код приморских и планинских ветрова, о којима ће посебно бити речи. Али се и код ветрова који нису у зависности од локалних прилика, при ведром времену, примећују мање или више правилне дневне промене, које ћемо овде изложити.

Правац ветра мења се у смеру привидног кретања Сунца, тј. пре подне ветар дува од истока, у подне од југа, а увече од запада. Према томе, може се рећи да ветар увек дува од Сунца, само мало заостаје са леве стране. Касније увече, и преко ноћи, најчешће се јавља северни ветар.

*) По ружном, односно облачном времену, није могуће осматрање пилот балона због његова уласка у облак. Постоји начин вршења сондаже ветра по звуку, али је то врло скуп и сложен посао који код нас још није имао примене.

Узрок овој дневној промени правца ветра лежи у неједнаком загревању земље (нарочито брежуљкастих облика и брда) са оне стране одакле греје Сунце и са супротне стране. На пример: пре подне је ваздух топлији на источној, а по подне на западној страни. Пошто повишење топлоте изазива тренутно повишење притиска, то се ваздух пре подне креће према западу, а по подне према истоку. Због утицаја земљине ротације ветрови на северној полулопти скрећу у десно, па отуда источни ветар постаје јужни, а западни постаје северни.

Брзина ветра има такође дневно колебање. Ноћу се ваздух умири и постиже се равнотежа притиска, а одмах по изласку Сунца (око 7 часова), ова се равнотежа квари и појављује се слаб ветрић; око 9 часова ветар добива јачину своје средње дневне вредности, а потом јача до око 13 часова, када достиже свој дневни максимум брзине. Затим ветар лагано слаби, тако, да око 18 часова пада испод своје средње дневне вредности. Тако ветар у току дана има приближно 15 часова слабију, а 9 часова већу брзину од своје средње дневне вредности. Ветар дакле почиње дању, а умирује се ноћу. Максимална брзина бива око 13 часова, а минимална у јутру око изласка Сунца.

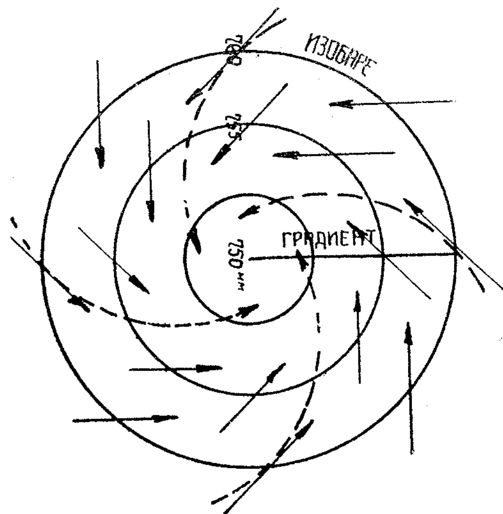
Дневна амплитуда брзине ветра сразмерна је дневној амплитуди температуре ваздуха. Отуда је амплитуда брзине ветра слабија у зиму и при облачном времену, него у лето и при ведром времену. Јачина ветра не зависи дакле од апсолутне вредности температуре, већ од разлике у температури.

Промењивост брзине ветра је чешћа у приземљу него на висинама. Затим, на висинама се касније постиже и максимална и минимална брзина ветра. Максимална брзина бива приближно око поноћи, а минимална око подне, што је супротно од понашања ветра у приземљу. Ова супротност почиње већ од 100 метара висине. На морској пучини скоро се не примећују дневна колебања брзине ветра.

Вртложна струјања. — У вртложна струјања спадају *циклонска* и *антициклонска* струјања. Прва се образују над простором ниског притиска (око минимума), а друга на простору високог притиска (око максимума).

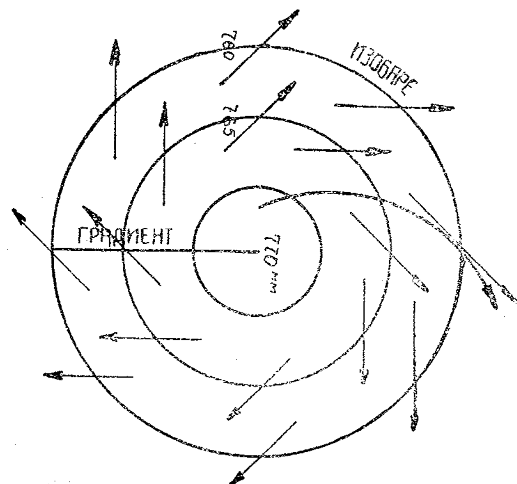
Циклонско струјање (сл. 40) врши се супротно кретању сказаљке на часовнику на северној, а у смеру сказаљке на јужној полулопти. Затим код циклонског струјања постоји

конвергирање (нагињање) ваздушних струја према минимуму, а у самом средишту вртлога и струја увис (успона или асцендентна струја).



Сл. 40. — Циклонска струјања на северној полулопти.

Антициклонско струјање (сл. 41) врши се у смеру казаљке на часовнику на северној, а супротно томе смеру на јужној полулопти. Затим ваздушне струје дивергирају (одбијају



Сл. 41. -- Антициклонска струјања на северној полулопти.

се) од максимума, а у средишту постоји струја наниже (ниспона или десцендентна струја).

Јачина струјања, како циклонских тако и антициклонских, сразмерна је разлици притиска, тј. она зависи од величине барометарског градијента, као што смо то већ објаснили. При једнаком градијенту код једних и других, струјања су нешто јача у циклону, него у антициклону, јер је ваздух у првоме знатно лабилнији због преовлађујућих успоних струја, док у антициклону преовлађују ниспоне струје, које су „стабилније" и условљавају јаче трење о земљу, чиме се успоравају хоризонтална струјања ваздуха.

Врсте ветрова. — Ветрова у главном има четири врсте: *сталних*, *периодичних*, *дневних* и *локалних*. Затим по јачини и особинама ветрови се деле на: *слабе*, *умерене*, *јаке*, *олујне*, *бурне* и *орканске*. Ова последња подела ветрова приказана је Бофоровом скалом на страни 69. Остали ветрови биће даље приказани сваки за себе. Али пре него што почнемо излагање појединих врста ветрова, биће вредно да овде поменемо и следећа два случаја, који могу постојати код сваке врсте ветрова. Први случај је када ветар дува према планини и тамо се уздиже увис, а други пак на супротној страни планине, где ваздух пада наниже. Овај први назваћемо *успони ветар*, а онај други *ниспони* или *слаповити ветар*. Особина успоног ветра је та, што се он уздизањем адиабатски хлади и тиме даје услове за стварање облака и атмосферских талога; особина ниспоног ветра је та, што се он падањем динамички загрева и тиме губи услове за стварање облака и атмосферских талога. Затим успони ветрови јачају са висином, док су слаповити најјачи у приземљу, а слабе са висином.

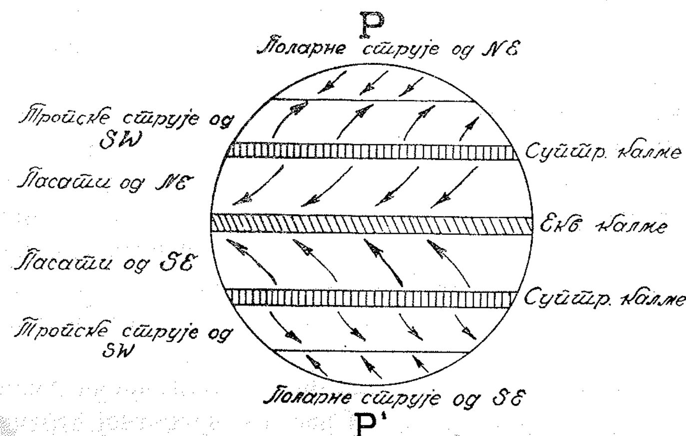
Стални ветрови. — Сталним ветровима зову се они ветрови, који вечито дувају у извесним пределима, не мењајући знатно свој смер и своје физичке особине. Међу њима разликујемо: *приземне* и *висинске* сталне ветрове.

Приземни ветрови су: *пасати*, *тропске струје и поларне струје* (сл. 42), а висински *антипасати*, *повратни ветрови* и *поларни ветрови*. (сл. 43).

Пасати. — Пасати дувају од 30° северне и јужне географске ширине према екватору и имају на северној полулопти североисточни, а на јужној југоисточни правац. Њихову појаву изазива, с једне стране, стално постојање ниског при-

тиска у близини екватора, а с друге, стално постојање високог притиска на географским ширинама око 30°, као што смо то објаснили на страни 57.

Правац пасата објашњава се утицајем земљиног обртања. Тамо је барометарски градијент управљен од 30° географске ширине према екватору (нормално на упореднике), а ветар скреће у десно, као што смо то рекли на стр 74. Отуда пасат северне полулопте има правтц NE, а онај јужне SE (сл. 42).



Сл. 42. — Шема приземних сталних ветрова.

Због сталног придоласка пасата од NE и SE, као резултанта тих ветрова, на екватору се јавља значајна струја од истока према западу која се зове *екваторска струја*. Ова је струја у приземљу слаба и местимично се и не осећа, због јаког уздизања топлог ваздуха, али је она веома јака на извесној висини.

Призмено затишје, односно појас тихог времена дуж екватора зове се *екваторски калма* или *тишина* Иначе је тај појас у исто време појас најнижег притиска, највише температуре и најобилнијих водених талога жарког појаса.

Пасати, са екваторским калмама, успоним екваторским струјама и висинским ветровима тих предела, чине *екваторски струјни систем*. Овај се цео систем помера према југу и северу, аналогно привидном кретању Сунца.

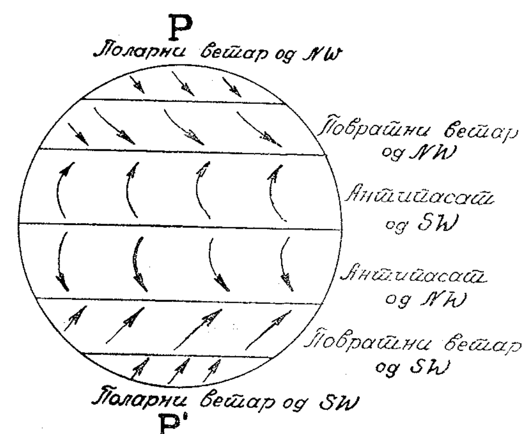
Према половима пасати су ограничени појасима тихог времена, који се простиру дуж упоредника око 30° географске ширине. Ови се појаси зову *суптропске калме*. Ти појаси су

у исто време предели највишег притиска на земљиној лопти и најсувљег времена (појаси највећих пустиња). Њих одржавају ниспоне ваздушне струје које долазе од антипасата и повратних ветрова (види даље „Антипасати“ и „Повратни ветрови“).

Тропске струје (тропски ветрови). — На појасу између суптропских калма па до око 60° географске ширине преовлађују, на северној полулопти, ветрови југозападног (више WSW), а на јужној северозападног (више WNW) правца, који се зову *тропске стру е* (по Бјеркнесу). Иначе у овим пределима (на умереном појасу) због честе појаве циклона, антициклона и других атмосферских поремећаја, јављају се ветрови свих праваца и постоје многобројни локални ветрови. Ближе о тропским струјама види у IV делу ове књиге.

Поларне струје (поларни ветрови). — Преко 60° географске ширине превлађују хладни ветрови који долазе из поларних предела, а чији је превлађујући правац ENE на северној, ESE на јужној полулопти. (Подробније о поларним струјама види у IV делу ове књиге).

Антипасати. — Антипасати су висински ветрови који дувају од екватора према половима, а чији је превлађујући правац супротан правцу пасата. У почетку (изнад екватора), ови ветрови имају правац исток-запад (екваторска струја), а са удаљењем од екватора скрећу (према закону о скретању ветра) на северној полулопти у десно, а на јужној у лево,



Сл. 43. — Шема висинских сталних ветрова.

тако, да њихов превлађујући правац бива SW на северној, а NW на јужној полулопти (сл. 43).

Појава антипасата објашњава се сталним постојањем високог притиска на висинама изнад екватора (због интензивног уздизања поплог ваздуха) и слабог притиска на висинама изнад суптропских калма (због ниспоног ваздушног кретања на томе појасу).

По ранијој теорији сматрало се, да антипасати завршавају свој ток изнад суптропских калма, али је Бјеркнес открио, да извесан део антипасата продужује и до самих полова, где се спушта наниже, некад у већој, а некад у мањој мери. Претпоставља се да ова повремена спуштања антициклонског ваздуха на полове, својим притиском присиљавају поларне ваздушне масе на нагле продоре у тропске струје и томе се случају приписује нагла јулска (и уопште) захлађења у умереном појасу. Ови продори иначе играју највећу улогу у стварању циклона на умереном појасу (види у IV делу ове књиге).

Повратни ветрови. — Повратни ветрови су висински ветрови између 60° географске ширине и суптропских калма. То је ваздух који се, при сусрету са поларним ваздухом на ширини од 60°, уздигао увис, па се висинама враћа према екватору и спушта земљи изнад суптропских калма. Њихов је правац у почетку NW, а постепено прелази у WNW и скоро W у крајевима ближим суптропским калмама. Овај ветар још није довољно испитан и није разјашњен узрок западне компоненте његова правца.

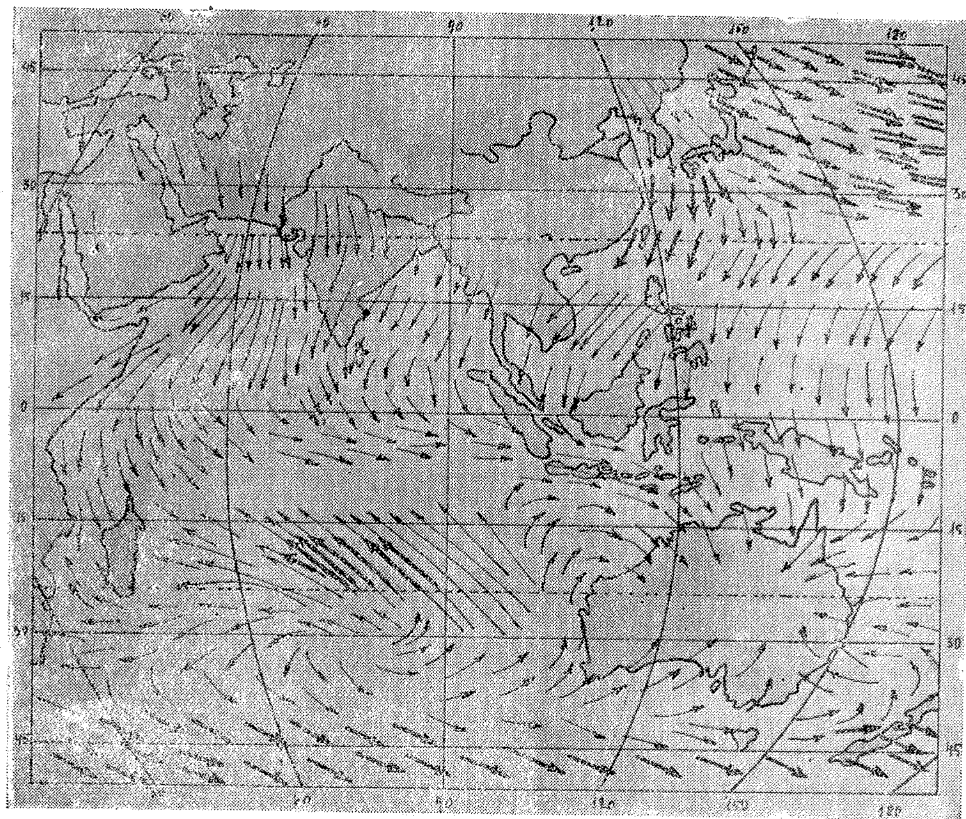
Поларни висински ветрови. — И изнад поларних предела (од 60° до пола владају висински ветрови од NW које смо на слици 43 назвали „поларни ветрови“. И ови ветрови спадају у неиспитане ветрове.

Шема свих карактеристичних струјања на северној полулопти види се најбоље на сл. 82.

Приземни стални ветрови су изразитији на океанима него на копну, јер конфигурација и неједнака покривеност земљишта знатно успоравају и компликују ваздушна струјања.

Периодични ветрови или монсуни.*) — Периодични ветрови или монсуни су они ветрови, који се јављају у извесним пределима увек у истом годишњем добу. Подесни предели за појаву периодичних ветрова су тамо, где се велике копнене површине граниче морима, нарочито топлим морима. Између копна и мора у разна годишња доба постоје значајне резлике у притиску, те отуда и непосредни узрок за појаву периодичних ветрова.

*) По арапској речи mausim = сезона, годишње доба.



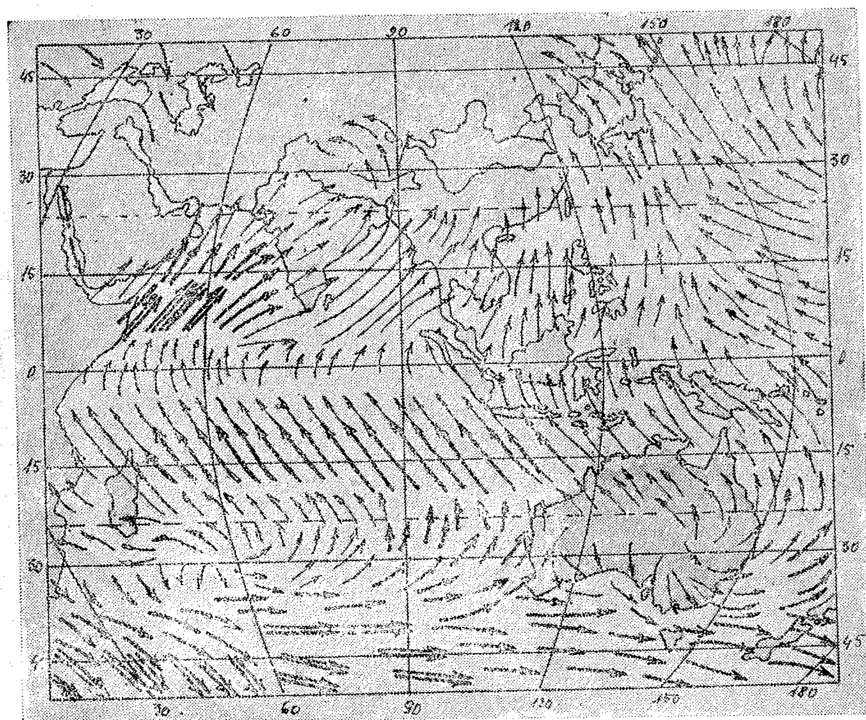
Сл. 44. — Зимски монсун.

Најпознатији су периодични ветрови на Индиском Океану, где дувају око 6 месеци са азиског континента на океан, а исто тако, око 6 месеци, са океана на континенат. Монсун дува са континента према мору у зимско, а у супротном смеру у летње доба.

У зимско доба, на азиском континенту, због ниске температуре, влада врло висок притисак (чак и преко 780 мм.),

док над околним морима, која нису изгубила много од своје топлоте, притисак остаје знатно нижи. У том случају континентални ваздух креће се (по закону о антициклонском струјању) са континента према мору и, у толико брже, у колико су разлике у температури (односно у притиску) веће.

Слика 44 приказује шему струјања ветра при зимском монсуну. Ту пада у очи, да се на источном делу Кине, на Бенгалском Заливу и на Индиском Мору монсун поклапа са пасатом, само што монсун прелази екватор, а потом скреће у лево (према закону о скретању ветра на јужној полулопти)



Сл. 45. — Летњи монсун.

пре него што дође у екваторску калму, која је у зиму, због привидног удаљења Сунца, за 10 — 15 географских упоредника јужнија од екватора.

У летње доба азиски континент много се више загрева од околних мора, те тада на мору бива висок, а на континенту низак притисак. Услед тога ветар са мора дува према

континенту, конвергентно, по закону о циклонским струјањима (сл. 45).

Летњи монсун, који је у Индиском Мору југозападног правца, толико је јак, да потпуно спречава појаву пасата у тој области. У томе добу на Индиском Океану нема тишинске зоне (калме) и пасати јужне полулопте добијају јужни правац, прелазе екватор и скрећу у десно, приближујући се југозападном монсуну.

Уопште, летњи монсуни су много јачи од зимских, јер у летње доба постоји већа разлика у температури између континента и мора.

Утицај монсуна на време је врло значајан. У летње доба монсуни доносе са мора на копно влажан ваздух, облаке и кишу, а у зимско доба, хладан и сув континентални ваздух који подржава ведро време на целом пределу где монсун влада.

Како је Европа полуострво Азије, монсунима се могу сматрати и кишовита, хладна лета, када северозападни ветрови, изазвани азиском депресијом, доносе влажан морски ваздух на целу Средњу Европу па по некад и на северне делове Југославије.

У монсуне спадају и *етезије*, ветрови Средоземног Мора, који лети дувају ка Сахари, а зими од Сахаре ка мору.

Дневни ветрови. — Дневним ветровима називају се они ветрови, који у току дана дувају у једном, а у току ноћи у супротном смеру. Такви су ветрови најпознатији у приморским крајевима и у планинским пределима. Узрок њиховог постанка је неједнако загревање и хлађење мора и копна, односно врхова и подножја планина. То се пак дешава при тзв. антициклонском времену тј. када су дани топли, сунчани, и када је барометарски градијент слаб.

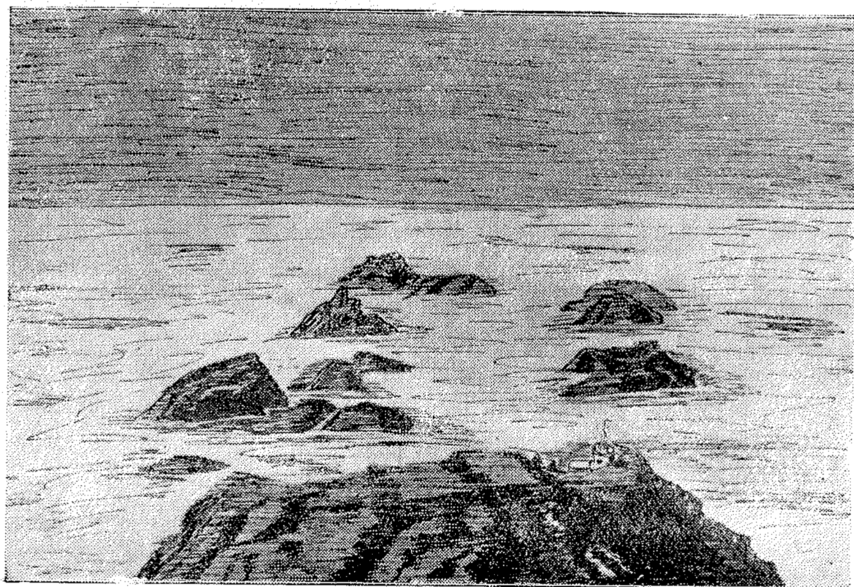
У приморју се дању ваздушни слојеви над копном више загревају него над морем и стога се јавља ветар с мора према копну; ноћу бива обратно: ветар са копна дува према мору. Први се зове *морски ветар*, а други *копнени ветар*. Морски ветар не продире у унутрашњост копна дубље од 40—50 километара, а копнени још мање преко морске површине.

У планинским пределима, за време дугих и топлих дана, када Сунце стоји доста високо (око 9 или 10 часова), почиње струјање ветра из долина или равница уз планинске јаруге и стране. Овај се ветар зове *даник* или *долински ветар*. Његова

јачина расте са дневном температуром. По подне, када температура почне опадати, ветар постепено слаби, да око заласка Сунца потпуно ишчезне. Неко време настаје затишје, а затим се појављује ветар супротног смера који се зове *ноћник* или *горски ветар*.

Даник је значајан по томе, што из ниских положаја узноси влажан ваздух на планинске висове, због чега се стварају облаци, који често преко целог дана покривају врхове планина. Ако је тај ваздух довољно богат воденом паром, облаци постају олујни и стварају се тзв. *планинске олује* (види у IV делу ове књиге — Глава III).

Ноћник, који лагано силази са планинских висова, поседује хладнији ваздух, који се, као тежи, подвлачи испод топлијег ваздуха у нижим положајима и овај последњи унеколико уздиже. Услед тога, као и услед мешања тога ваздуха са топлијим и релативно влажнијим ваздухом у нижим положајима, врши се згушњавање водене паре и образују се танки слојеви облака у виду магле, који прекривају котлине и равнице које су у домашају овог ветра. Тиме се образује тзв. „*море од облака*“, над којим стрче врхови брежуљака, под небом потпуно ведрим (сл. 46).



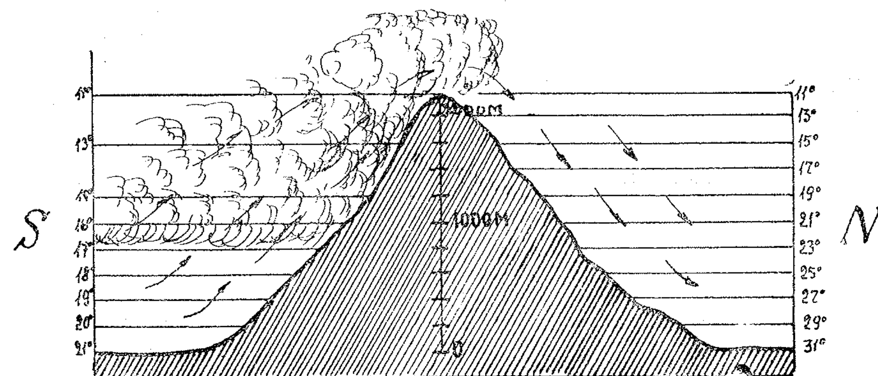
Сл. 46. — Море од облака.

Локални ветрови. — Под локалним ветровима разумеју се карактеристични ветрови неког краја, који се јављају повремено, имају увек исти смер и подржавају приближно исте временске прилике.

Међу значајније локалне ветрове долазе: *Фен* у Швајцарској, *Самум* у Северној Арабији, *Касмин* у Египту, *Мистрал* у Француској, *Бура* и *Широко* на Јадранском Мору, *Кошава* у Подунављу, *Вардарац* у Повардарју и други. Овде ћемо описати у главнијим цртама само оне ветрове који су интересантни са општег гледишта, као и оне који се јављају у Југославији.

Фен (Foehn). — Под овим именом познат је ветар који се јавља на простору између Италије и Немачке, преко Швајцарске, и који увек има смер југ-север. Он настаје у случају када над Италијом влада висок, а над Немачком низак притисак. У том случају јужни ваздух, који је иначе топао и врло влажан, пење се уз Алпе према северу и у томе пењању хлади се адиабатски на сваких 210 до 230 метара за 1°. Ово хлађење има за последицу стварање масивних облака и излив веће количине кише на јужним падинама Алпа.

На северним падинама Алпа, по прелазу планинских венаца, ваздух се спушта (пада) наниже, а то има за последицу динамичко загревање ваздуха, које износи 1° на 103—104 метара падања. Отуда на северним падинама Алпа нема услова за кондензацију водене паре, те у тим крајевима влада ведро време док год фен дува.



Сл. 47. — Фен (Foehn).

Због знатно јачег загревања ваздуха при падању, него што је хлађење при пењању, постаје осетно виша температура ваздуха на северним, него на јужним падинама Алпа (сл. 47). Услед тога, у зимско доба наступа нагло топљење снега у Баварској и Швапској, те у тим крајевима овај ветар зову још и *снегождер*.

Све што је овде речено за карактеристични н познати ветар Фен, важи и за све друге ветрове који дувају из влажних области према планинским венцима и падају наниже с сне стране тих венаца. Отуда се и сви слични ветрови називају *фенским ветровима*.

Бура. — Бура је слаповит и буран ветар, који се јавља на источној обали Јадранског Мора и има правац од копна према мору. Овај се ветар јавља на целом простору од Трста до Албаније, али је ређи и слабији у јужнијим крајевима, него у севернијим. Затим, бура је више зимски ветар, сув и хладан, који долази са планинских висоравни и доноси захлађење на приморју. Лети се бура ређе јавља и нема расхлађујући карактер, пошто је у лето копно топлије од мора.

Појаву буре изазива разлика у притиску између копна и мора, тј. бура настаје када је притисак на Јадрану нижи него над Југославијом и у Панонском Басену. Често се и при слабом барометарском градијенту јавља јака бура, нарочито у време јаких мразева на копну. Тада, дакле, бива великих разлика у температури ваздуха између мора и копна и копнени ваздух (са планина), као хладнији и тежи, пада великом брзином према мору, много већом него што одговара барометарском градијенту.

Значајно је и то, да се карактеристична бура јавља искључиво почев од главног планинског венца, који чини вододелницу између Јадрана и Панонског Басена, па према мору, а да на пучини ишчезава. Најјаче се осећа тамо где су превоји и долине отворени према мору. Тако је бура најјача и управо пустоши крајеве око Сења, Ријеке и Трста. При јачој бури у тим крајевима просечна брзина ветра бива око 30, а поједини удари прелазе и брзину од 50 м/сек. Тачнија мерења брзине ветра при јакој бури недостају, јер се обично тада и инструменти сруше или покваре. Услед велике снаге, којом бура напада море, вода знатно осегне дуж источне обале (код Сења и Трста), а нарасте на западној страни између Венеције и Анконе.

Пошто бура потиче са планинских висоравни, где је температура знатно нижа него на мору, и пада према мору то она, донекле, има карактер падајућег фена.

И код ње се дакле ваздух динамички загрева, само то загревање ипак није довољно ни да се изједначи температура овог планинског, са оном морског ваздуха, а још мање да се добије виша температура као код правог фена. Затим, релативна влага такође опада и, уопште узев, превлађује ведро време.

Широко или Југо (Шилок, Јужина). — Под овим именима познат је топли ветар који дува од Африке, преко Средоземног Мора, на Италију и Јадранско Море. Он се јавља када је висок притисак над Африком, а низак над Европом (западном или јужном). Његова појава је чешћа у зимске месеце, од октобра до априла, него у летње. У свом изворном делу овај ветар је сув и садржи велику количину прашине (песка) коју веје по Сицилији и јужним крајевима Италије. Каткад се, али врло ретко, ова прашина преноси и на већи јужни део Југославије*).

Југо је доста јак, али не и олујан ветар. Долазећи са југа он диже велике таласе и ствара јаку морску струју према Јадранској Обали, која знатно омета морепловство.

Кошава. — Кошава је источни и југоисточни ветар, који дува у северо-источном делу Југославије. Њен главни ток иде долином Дунава, почев од Текија па до Вуковара, али се она осећа и далеко десно и лево, дакле у Банату, Бачкој и Северној Србији.

Кошава се јавља онда, када над Украјином и Румунијом влада висок, а на Средоземном Мору низак притисак. Тада се ваздушне масе из Русије упућују, преко Румуније, према Средоземном Мору. Услед препрека које чине венци Балканских Планина и Трансилванских Алпа, поменуте ваздушне масе пребацују се највећим делом дунавским коритом у околини Текије. То пребацивање ваздушних маса образује у почетку слаповити, а иначе врло јак и олујан ветар — кошаву.

Овакве прилике за појаву кошаве догађају се често у зиму и пролеће, а ређе у лето и јесен. Отуда је кошава више

*) 13 марта 1931 г. ова прашина је падала чак и по Посавини, Бачкој и околини Београда. Иста је била жуте и црвенкасте боје и помешана са кишом у јужним, а снегом у северним крајевима Југославије.

зимски и пролетњи, сув и хладан ветар, као и бура, и отуда и она подржава већином ведро и хладно време. Водени талози обично наступају када се кошава мало утиша и када се правац ветра промени.

И кошава, као и сви слаповити ветрови, јавља се на махове (на ударе). Поједини удари могу достићу брзину и од 30 м/сек., док је врло чест случај да кошава има брзину од 18 до 25 м/сек. Најјача је кошава на простору између Текије и Београда, где веома омета речни саобраћај, нарочито кроз Ђердап. Слабљење ветра је сразмерно удаљењу од дунавског корита десно или лево, а крајња граница докле је кошава позната може се обележити овим местима: Осек - Винковци - Шабац - Рудник - Краљево - Ниш.

Кошава је значајна још и по „живом песку", који диже око Голупца, Великог Градишта и са Делиблатске Пешчаре и разноси по Банату, засипајући каткад и поједине путеве. Запажено је падање овог песка и у Подравини, па чак и у Чехословачкој.

Вардарац. — Вардарац је ветар који струји од Шар Планине и Скопске Црне Горе, долином Вардара, према Јегејском Мору. Он се појављује када је висок притисак над Југославијом, а низак над Јегејским Морем. И он је слаповит ветар, који постаје од потиснутих ваздушних маса са планинских висоравни, а нарочито са Косова и из Метохије, које масе падају у долину Вардара и тим образују ветар „Вардарац". Према томе и вардарац има особине буре и кошаве, тј. и он је више зимски ветар, сув и прилично хладан, који подржава већином ведро време.

Брзина вардарца и правилност његове струје још није најбоље испитана због недостатака метеоролошких станица у Повардарју. Према мерењу у Скопљу, његова брзина ретко прелази 15 метара у секунди.

*

Локалних ветрова има веома много и управо сваки крај има свој назив за известан ветар, који преовлађује у дотичном крају. У Југославији је још најпознатији у свима крајевима *северац*, који доноси захлађење и то: у лето са кишом, а у зиму са снегом. Затим *југ* (југовина) који доноси топло време (оморину) и благу кишу. На Јадрану, приморци имају нарочито много имена за разне ветрове. На пример: *оштро*, је јак јужни ветар; *лебић*, југозападни; *маистрал*, западни; *скуро*, северозападни; *трамонтана*, северни; *леванте*, источни и многи други.

ДЕО ТРЕЋИ

ВОДА У АТМОСФЕРИ

ГЛАВА I

ВЛАГА У ВАЗДУХУ

Појам о влази, њена улога и значај. — Влага је у ствари водена пара, која се увек налази, у већој или мањој количини, у слободном ваздуху. Она је безбојан (невидљив) гас, који постаје испаравањем водених количина са земљине површине. Њена количина у ваздуху није стална и зависи од температуре: топлији ваздух може садржати већу количину водене паре него хладнији. У нижим слојевима ваздуха, количина водене паре креће се између 1/1000—1/30 дела, тј. може је бити највише до 4%. На већим висинама ње је све мање, тако да је у стратосфери има веома мало.

Водена пара је лакша од ваздуха и према њему има специфичну тежину: 0,623. Отуда је и стуб влажног ваздуха лакши од стуба сувог ваздуха. При овом је важно имати у виду велику *еластичну снагу* (напон) водене паре, која се појављује при испаравању, јер водена пара (вода у гасовитом стању) заузима 1605 пута већу запремину од оне коју је имала у течном стању. Ова еластична снага или ширење водене паре знатно повећава атмосферски притисак и назива се *притисак водене паре*. Најважнија особина водене паре лежи у њеном својству што се, у функцији температуре, може лако претварати у течно или чврсто стање и обратно, што из течног или чврстог стања може лако прелазити у гасовито стање. Тиме се добива стално кружење воде од земље у ваздух (у виду водене паре) и натраг (у виду водених талога). Ово кружење воде изазива помућење атмосфере, тј. стварање облака, магле и водених талога. Водена пара је дакле главни чинилац при образовању свих облика временских појава, те отуда је и најважнији метеоролошки елеменат по живот на земљи уопште.

Испаравање и кружење воде. — Водена пара постаје испаравањем водених количина са земље. Познато је да 71% земљине површине покрива вода и да се испаравање врши при свакој температури, тј. да и лед испарава извесну количину водене паре. Разуме се да при вишој температури бива и испаравање јаче.

При сунчаном дану, са влажне земље испарава се већа количина водене паре, него са водене површине, јер се земља због своје храпавости и шупљикавости много брже и јаче загрева. Само је ово испаравање земље пролазне природе, те ипак главну количину паре дају водене површине. Ветар одузима нарочито много водене паре са земљине површине. Извесна количина водене паре добива се и од вегетације (дисањем и исушењем биљака).

Испарена водена пара диже се у вис и разноси по ваздуху дифузијом или ветром. Њу ваздух упија (апсорбује) само до извесне мере, која зависи од температуре, а сувишне количине у појединим слојевима бивају згуснуте и образују облаке или магле. И згуснуте количине водене паре, дакле облаци и магле, могу бити упијене од стране ваздуха, ако се повиси његова температура и обратно: невидљива (апсорбована) водена пара у ваздуху може постати видљива, ако се температура снизи. Снижавањем температуре ваздуха, поред стварања облака и магле, изазива се и лучење водених или атмосферских талога: кише, снега, града, росе и других, те се на тај начин испарена вода опет враћа земљи. Тиме се завршује један ланац кружења воде, а потом отпочиње други и тако вода вечито кружи: од земље у ваздух у виду водене паре, а из ваздуха земљи у виду атмосферских талога.

Да би се боље разумела игра водене паре у ваздуху, а нарочито апсорпција исте од стране ваздуха и њено лучење отуда (згушњавање, кондензација), изнећемо овде један пример мешања воде и шећера:

Узмимо чашу воде на извесној температури t и ставимо у њу кашичицу шећера па мешајмо. Шећер, који је најпре био видљив, у облику ситне прашине, топи се и постаје невидљиив. Додамо ли још једну кашичицу шећера, видећемо исту појаву. Шећер ће се и даље топити све до извесног момента када га вода више неће хтети растапати, па ма како добро мешали. То је знак да је вода засићена шећером и то се стање назива: *засићено стање воде.* Али, ако воду загрејемо од температуре t на t' видећемо како ове последње количине шећера нестаје; додамо ли још шећера и њега ће нестати — истопиће се; продужимо ли са додавањем шећера, доћићемо опет до тренутка када ће шећер постати видљив. Вода на тетператури t' бива поново засићена шећером и не може га више примати. Ако сада температуру t' повисимо до t'' видећемо да ће вода моћи примити још шећера до своје нове тачке засићености. Из овога видимо да вода при извесној температури прима само одређену количину шећера до своје тачке засићености.

Вратимо се сада у назад. Ако воду температуре t'' расхладимо до температуре t' и од t' до t, видећемо како у њој све количине шећера које смо постепено додавали постају видљиве и падају на дно чаше.

Исте појаве дешавају се и код ваздуха при учешћу водене паре.

Узмимо стаклени суд од кубног метра запремине, који је, помоћу цеви са славином, у вези са казаном у коме стоји водена пара. Напунимо тај суд сувим ваздухом под температуром t. Отворимо сада славину и пустимо у суд млаз водене паре. Тада ћемо видети како се водена пара полако растура по ваздуху и нестаје. Пустимо ли још један млаз, догодиће се то исто. Продужимо ли и даље, доћиће до тренутка када ће последњи млаз воде лебдети по ваздуху у виду магле или облака, или ће падати на стаклене зидове у облику капљица. Ако будемо пуштали још млазева, облак ће се згушњавти и капљице ће се на зидовима сразмерно повећавати. Ово је знак да је *ваздух засићен воденом паром.* Ако се сада суд загреје до температуре t' видећемо како ваздух постаје поново провидан и водене паре нестаје, тако, да можемо ове још давати, све док опет не постане видљива у виду облака или магле. Ту сувишну водену пару можемо поново отклонити ако температуру повисимо на пример на t''.

Ако сада пустимо да се суд са ваздухом хлади и температура t'' сиђе на t' и t, видећемо сву сувишну водену пару у виду облака или у виду излучене воде у суду. Дакле и овде видимо да извесној температури ваздуха одговара само одређена количина водене паре, коју ваздух може апсорбовати.

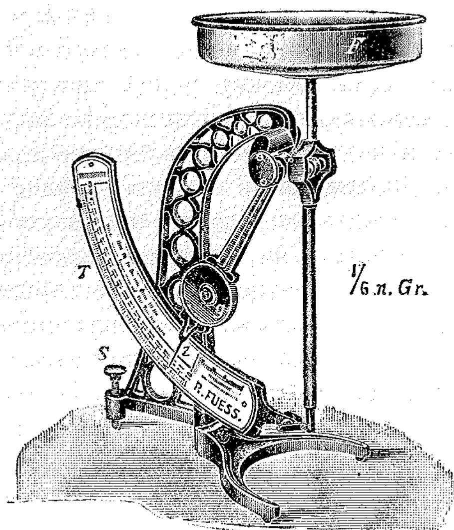
У првом случају, код воде и шећера, сваки пут када смо

додавали шећер, видели смо да се количина и тежина раствора сразмерно повећавају. Али у овом другом случају, код ваздуха, запремина остаје иста, тј. један кубни метар. У том случају, по Маријотовом закону, притисак се мора повећати, јер је ваздух, који је био у суду, имао свој стални притисак, а повећање је морало наступити додавањем водене паре.

Повећање притиска у овом случају сразмерно је доданој количини водене паре.

Али у слободном ваздуху, у природи, не бива иста ствар. Уласком водене паре у ваздух истискују се одговарајуће запремине ваздуха, чије место заузима водена пара. Како је пак ова последња лакша од ваздуха, то и притисак влажног ваздуха у природи бива слабији од притиска сувог стуба.

Мерење испаравања. Евапориметар. — Да би се имао појам о количини испарене водене паре у извесном месту, употребљава се инструменат звани *евапориметар**). То је отворен суд или басен са водом, чија се тежина мери у



Сл. 48. — Евапориметар марке Fuess.

одређено време, обично једанпут дневно и то при првом јутарњем осматрању. На слици 48 види се евапориметар марке Fuess из Берлина, чији басен F стоји на вертикалној осовини,

*) Од латинске речи evaporare = испарити, vapor = пара.

која лако клизи навише и наниже, а на другој страни, једна тешка сказаљка G одржава равнотежу басену и на скали T показује непосредно милиметре висине испареног слоја воде на површини од 1 $м^2$. У колико се више воде испари, суд постаје лакши, а сказаљка претеже и на скали показује већи број милиметара. Један милиметар испарене воде на скали евапориметра одговара висини од једног милиметра воде на земљиној површини, односно количини од једног литра воде на квадратни метар.

Мерење влажности ваздуха. — Постоји неколико начина за претстављање количине влаге у ваздуху. Један се састоји у мерењу *еластичне снаге* (напона) водене паре, што другим речима значи: *мерење притиска водене паре* висином живиног стуба, тј. у милиметрима; други, у мерењу *тежине водене паре*, у грамима, у литру, кубном метру или килограму ваздуха, и трећи, у одређивању *односа* између количине водене паре која се налази у ваздуху у часу осматрања и максималне количине коју би ваздух могао садржати при истој температури. Првим и другим начином добива се тзв. *апсолутна влага*, а трећим *релативна влага*.

Познавањем апсолутне влаге можемо изнаћи и релативну, и обратно, познавањем релативне, можемо израчунати и апсолутну влагу.

За практичне сврхе није толико важно знати апсолутну, колико релативну влагу, тј. важно је знати, да ли је ваздух близу своје тачке засићености или је далеко од ње. У првом случају каже се да је ваздух *влажан*, а у другом да је *сув*.

Релативна влага изражава се у процентима од 0—100, где 0 означава потпуно сув, а 100 потпуно влажан (засићен), ваздух. Нађена релативна влага, на пример од 75% значи, да ваздух садржи $^3/_4$ влаге од максималне количине коју би могао да садржи при својој садашњој температури; требало би му дакле још 25% влаге па да буде потпуно засићен. Не треба овде разумети, као што се то често греши, да у ваздуху водена пара заузима 75% простора, већ да је само његова засићеност постигнута за 75%, а да му треба још 25% влаге па да буде потпуно засићен при температури коју тренутно има.

За израчунавање било релативне влаге или притиска водене паре, увек је потребно познавање *максималног притиска*

водене паре у часу осматрања. Вредност F тог максималног притиска даје таблица VI (на крају ове књиге) у функцији температуре ваздуха. Између поменутих количина постоји овај однос:

$$e = 100 \frac{f}{F}.$$

Када се познаје притисак водене паре f, температура ваздуха t и атмосферски притисак h, у истом месту и у истом тренутку, онда се лако могу изнаћи и сви остали начини претстављања влажности ваздуха. На пример:

1) Тежина водене паре p (у грамима), у *литру* ваздуха изналази се по овом обрасцу:

$$p = 0{,}623 \times 1{,}293 \times \frac{f}{760} \frac{1}{1+at} = 0{,}^{\text{гр}}\ 00106 \frac{f}{1+at}.$$

Вредност a је стална количина $\frac{1}{273}$ и означава чинилац ширења гасова.

2) Тежина π водене паре (у грамима), у *килограму* ваздуха, тј. релативно богатство ваздуха у воденој пари према тежини паре, изналази се овим обрасцем:

$$\pi = \frac{0{,}623\ f}{h - 0{,}377\ f}.$$

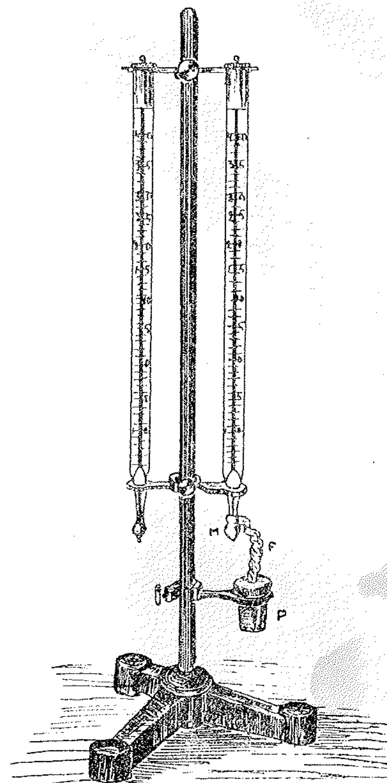
3) Такозвани *хигрометарски дефицит* d, односно тежина водене паре која недостаје литру ваздуха, под садашњим условима, па да буде засићен, израчунава се по овом обрасцу:

$$d = 0{,}^{\text{гр}}\ 00106 \ \frac{F - f}{1+at}, \ldots$$

Начини мерења влаге зову се *хигрометрија*, а инструменти који за то служе су: *психрометар* и *хигрометар.*

Психрометар. — Психрометар се састоји из два нормална термометра истих димензија, као што приказује слика 49. На резервоар са живом једног од ових термометара ставља се танка крпица M од муселине; за крпицу се привезује памучни фитиљ F, чији други крај стоји у судићу P у коме је вода. Тако фитиљ бива стално мокар и кваси крпицу на термометру. На тај начин овај термометар не показује температуру садашњег ваздуха, већ ону која би била да је ваздух у том тренутку потпуно засићен воденом паром. Тај се термометар зове *мокри термометар.* Онај други остаје слободан и показује температуру сувог ваздуха; он се зове *суви термометар.*

Како вода изазива веће хлађење него ваздух, то мокри термометар показује увек нижу температуру од сувог термометра. Разлика између њих бива у толико већа, у колико је ваздух сувљи. Само у случају када је ваздух потпуно засићен воденом паром, што бива при густој магли или при ситној киши, само тада оба термометра могу показивати исту температуру. Разлика између сувог и мокрог термометра главни је фактор за изналажење количине водене паре у ваздуху, што ћемо даље приказати.



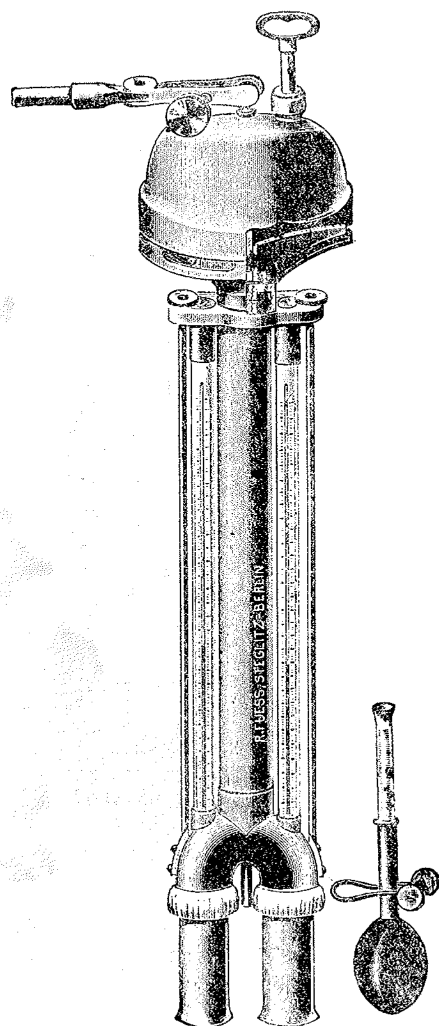
Сл. 49. — Психрометар.

Вода која се употребљава за психрометар мора бити *дестилована вода* или *кишница.*

У зимско доба, када је температура испод нуле, вода се на крпици замрзава и образује се слој леда, који спречава додир ваздуха са живиним резервоаром термометра. Услед тога се на тачност психрометра не рачуна много у дане када је температура испод нуле. Али се ипак може доћи до добрих података, ако се пре осматрања млаком водом отопи лед и причека бар 10—15 минута, да се термометар довољно расхлади.

Ради бржег расхлађивања мокрог термометра постоји тзв. *аспиратор.* Он има стаклени олук, који се намешта на мокри термометар и вентилатор, који изазива струјање ваздуха кроз олук. У том случају фитиљ није потребан, већ се крпица на термометру кваси помоћу нарочите чашице.

За прецизна мерења температуре ваздуха и израчунавања водене паре постоји тзв. Асманов *аспирациони психрометар* (сл. 50). Он, као и обични психрометар, има два термометра, од којих један (суви) служи за мерење сувог ваздуха, а други (мокри) за мерење засићеног ваздуха.

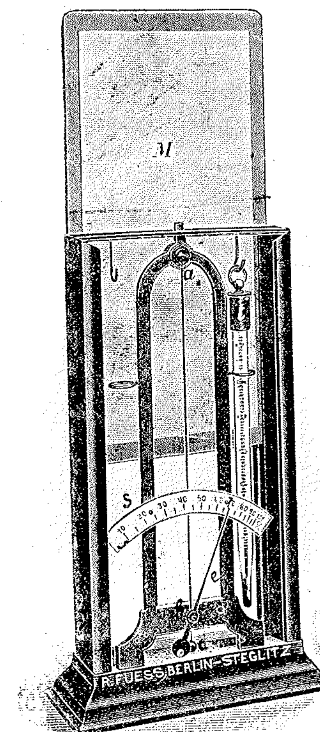


Сл. 50. — Асманов аспирациони психрометар.

Термометри аспирационог психрометра су постављени вертикално уз двокраку металну цев тако, да резервоари са живом улазе у кракове цеви. На горњем делу налази се, у металној капи, механизам са вентилатором који, када се навије, сише ваздух из двокраке цеви, стварајући тиме јаку вентилацију код термометара и ови показују најтачнију температуру. Овај је психрометар врло осетљив и треба га постављати даље од предмета који зраче или спроводе топлоту. Најбоље је обесити га на танак стуб или дрво, и то на сунцу, а може бити и у хладу. Вешалица се налази на капи, а исто тако и кључ за навијање; овај последњи поклапа рупу на капи тако, да киша не може падати на механизам. Крпица од муселине кваси се помоћу стаклене цеви на гуменој лопти с водом, која се цев види на слици са стране психрометра.

Хигрометар (сл. 51). — Хигрометар је инструменат код кога главну улогу игра животињска длака (влас из косе), која има ту особину да се при сувом ваздуху скупља, а при влажном издужује. Длака је везана једним крајем за завртањ *a* (на сл. 51), а другим је обавијена око лаког котурића *b* и оптерећена тегом *c*; на котурићу стоји сказаљка *e*, која се креће по скали s. При мењању количине влаге у ваздуху,

мења се и дужина длаке, а према тим променама окреће се котурић са сказаљком и ова последња заузима разне положаје на скали. Скала је подељена на 100 неједнаких подела (од 0—100), које означују проценте влажности, тј. на њој сказаљка непосредно показује релативну влагу, у часу осматрања. У колико сказаљка иде више према нули (дакле у лево), у толико је ваздух сувљи, а у колико иде више према ознаци „100“, тј. у десно, у толико је ваздух влажнији; нула означава потпуно сув, а 100 потпуно засићен (влажан) ваздух, Ако сказаљка показује на скали, на пример број 65, значи да је релативна влага 65% и да ваздуху недостаје још 35% влаге па да буде засићен.



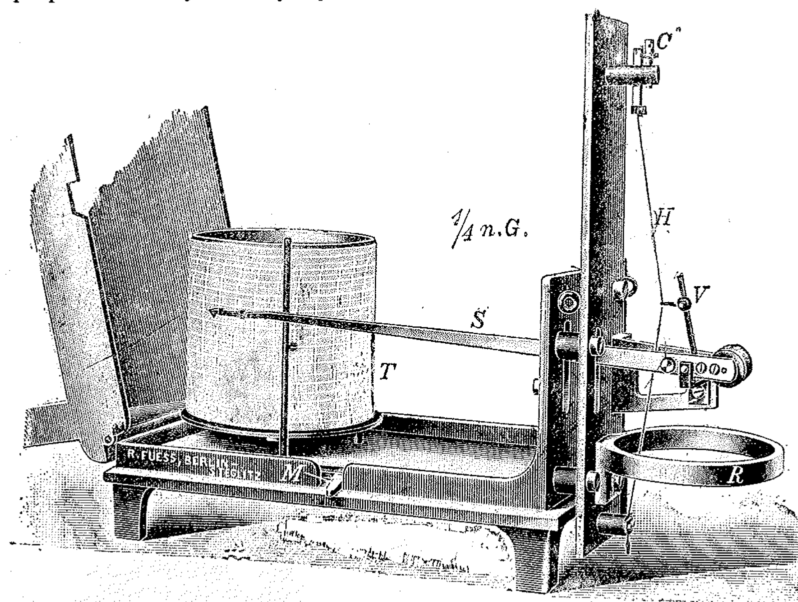
Сл. 51. — Копеов Хигрометар.

Хигрометар не даје тачне податке као психрометар за време док је температура изнад 0°, али када је ова испод 0°, онда се на тачност хигрометра полаже више него на тачност психрометра, пошто се код овог последњег замрзава мокри термометар. Проверавање тачности хигрометра треба вршити најмање једанпут недељно. То се врши упоређењем показане вредности на хигрометру са оном добивеном по подацима психрометра. Ако хигрометар отступа, треба га регулисати завртањем или одвртањем завртња за реглажу, који се налази поред завртња *a*, за који је везана длака. У лабораториуму се врши проверавање тачности хигрометра стављањем овог под поквашено звоно, где сказаљка треба да покаже 100% влажности.

Хигрометар садржи и термометар, који показује температуру ваздуха.

Хигрограф (сл. 52). — Да би се имао појам о промени влаге у разним моментима, постоји регистрирни хигрометар тзв.

хигрограф, који на хартији непосредно бележи стање влаге. Хигрограф има све делове термографа и барографа, и механичка функција појединих органа је иста, само што је код њега главни орган животињска длака (свежањ длака), док је код термографа главни орган цев са алкохолом, а код барографа безваздушне кутијице.



Сл. 52. — Хигрограф.

Испитивање тачности и вршење реглаже хигрографа врши се у свему као и код хигрометра.

*

Сви инструменти за мерење влаге држе се у прописном заклону за инструменте (сл. 10 на стр. 23), тј. у хладу, заштићени дакле од сунчаних зракова.

Рачунање притиска (напона) водене паре. — Знамо да је ваздух мешавина разних гасова и да се сваки гас у атмосфери понаша као да је сам у простору. Према томе и укупни притисак атмосфере је резултат притиска (тежине) сваког појединог гаса. Отуда и водена пара има свој део притиска и о томе притиску је овде реч.

Да бисмо сада могли израчунати притисак водене паре *f*, морамо за дати моменат имати ове податке: укупни атмосферски притисак h, максимални притисак водене паре F' који одговара температури t' мокрог термометра, и температуру t сувог термометра. Потом се рачунање врши по овом обрасцу:

$$f = F' - 0{,}00079\ h\ (t - t').$$

Овај образац важи само онда, када је температура мокрог термометра изнад 0°, а кад је ова испод 0° употребљава се овај образац:

$$f = F' - 0{,}00069\ h\ (t - t').$$

Када се притисак водене паре рачуна на основи психрометарских података, максимални напон за F' који одговара температури t' треба узети из Таблице V на крају ове књиге. Да би се уопште избегло рачунање по овом обрасцу, налази се на крају Таблица VI, која садржи срачунате одговарајуће вредности у функцији t—t' при притиску од 750 мм.

Ево примера:

1) Ако је *мокри термометар изнад* 0° и показује температуру t' = 8°,4; суви термометар t = 14°,8 а атмосферски притисак h = 750 mm. онда

Таблица V за t' = 8°,4 даје	8,24 мм.
Таблица VI за t — t' = 6°,4 даје	3,79 мм.
Притисак водене паре износи	4,45 мм.

2) Ако је *мокри термометар испод* 0° и показује температуру t' = —4°,3, суви t = — 3°,1, а притисак h 750 мм, онда

Таблица V за t' = — 4°,3 даје	3,22 мм.
Таблица VI за (t — t') = 1,2 даје	0,62 мм.
Притисак водене паре је дакле	2,60 мм.

У случају да притисак много отступа од 750 мм. онда треба узети у обзир поправку показану у последњој рубрици Таблице VI, која даје поправку притиска за 100 мм. На пример за разлику t — t' = 6°,4 таблица даје корекцију 0,50 за 100 мм. па ако је притисак 690° у место 750, онда би корекција за 750 — 690 = 60 мм. била $0{,}50 \times \frac{60}{100} = 0{,}31$ мм. Дакле код првог примера напон водене паре био би 4,45 + 0,31 = 4,76 мм.

На метеоролошким станицама за ова рачунања није нужно узимати стварни притисак, који је осмотрен тога дана, већ је довољно узети средњу вредност притиска дотичне станице, па онда израдити таблицу поправке притиска за све случајеве.

Рачунање релативне влаге. — Најтачније рачунање релативне влаге добија се посматрањем психрометра. За ово су израђене Таблице VII (А и Б) које се налазе на крају ове књиге. Таблица VII (А) служи за рачунање влаге када је мокри термометар испод 0^0 и обложен ледом, а Таблица VII (Б) када је овај изнад 0^0 или мало испод 0^0 — док се још није ухватио лед.

Таблице се употребљују овако: најпре се нађе у заглављу вредност разлике између сувог и мокрог термометра (t — t'), па се иде наниже до рубрике која одговара мокром термометру. Број, који се сусреће, даје вредност релативне влаге.

На пример:

1) *Мокри термометар изнад* 0^0

Ако је: $t = 14^0,8$ и $t' = 8^0,4$ онда Таблица VII (Б) за $t - t' = 6^0,4$ и за $t' = 8^0,4$ даје број 35, колико износи вредност влаге у процентима, дакле 35%.

1) *Мокри термометар испод* 0^0

$$t = -3^0,1,\ t' = -4^0,3,\ t - t' = 1^0,2.$$

Таблица VII (А) за $t' = -4^0,3$ и $t - t' = 1,2$ даје као средњу вредност број 74 који означава одговарајућу влагу.

У случају да се у таблици не нађу потребни децимали, треба вршити интерполацију тј. наћи међувредност између два одговарајућа суседна броја.

Психрометарске таблице, које смо напред споменули, израчунате су за притисак од 750 мм. Ако би овај знатно отступио на некој страници, треба узети у обзир поправку показану у таблици VII (В) на крају ове књиге.

ГЛАВА II

ОБЛАЦИ

Кондензација.*) — Облаци и магле су иста појава, само што се облаци јављају на висинама, а магле у приземљу. Они постају кондензацијом (згушњавањем) водене паре при хлађењу влажног ваздуха. Хлађење пак бива на следећа три начина:

1) *Ноћним хлађењем (радиацијом).* — Ноћу, нарочито при ведром и тихом времену, земља отпушта своју топлоту и њена температура спада испод температуре ваздуха. Услед тога и приземни слојеви ваздуха бивају расхлађени у месту, па ако поседују довољно влаге, ова се згушњава и образује слој магле или облака. Овим начином кондензације најчешће се образују приземне *јутарње магле*, које ишчезавају при јачем сунчевом загревању, тј. око 9 или 10 часова. Атмосферских талога не бива, сем у случају густе магле, када се лучи мала количина ситне кише, која се зове *измаглица.* Иначе због овог ноћног хлађења редовна је појава стварање росе или слане, или пак иња, што зависи од годишњег доба, односно од стања температуре.

2) *Мешањем ваздуха (адвекцијом).* — Ово се догађа у случају када се топао и влажан ваздух преноси хоризонтално на пределе све ниже и ниже температуре. Тада се он уласком у нову (хладнију) средину, тј. мешањем са хладнијим ваздухом, хлади и кондензује водену пару. У томе случају стварају се простране облачне зоне топлих струја, било преко морских или копнених предела.

3) *Адиабатским ширењем.* — Кондензација водене паре адиабатским ширењем врши се услед смањивања притиска при уздизању ваздуха увис. Познато је да је приземни ваздух најгушћи, да је на висинама ваздух ређи и да је притисак горе све слабији. Отуда, ако је ваздух нижих слојева ма из ког

*) Кондензација = згушњавање, али је реч кондензација више у употреби.

узрока присиљен да се уздиже, он долази у зоне ређег ваздуха и због тога се и сам шири. Тиме он губи знатно од своје топлоте, а тиме се управо изазива и најјача кондензација водене паре. Уздизање ваздуха увис може бити: а) због *дневног загревања* (конвекције); б) због *подилажења* хладног испод топлог, или због *надилажења* топлог изнад хладног ваздуха, и в) због *судара* ветра са планинским узвишењима. Подробна тумачења ових појава следују у IV делу ове књиге.

Лебдење облака. — Кад знамо да се облаци састоје из водених састојака (капљица и кристалића леда), који су тежи од ваздуха, онда се намеће питање, зашто облак не пада на земљу већ стално лебди на приближно истој висини. Ово лебдење облака тумачено је на много начина. Најдуже се веровало да су капљице из којих се састоји облак шупље и да као мехурићи лебде у ваздуху. Доцније је испитивањем утврђено да капљице нису шупље, већ пуне воде и да не пливају већ стално падају, али толико слабом брзином, да их и најслабији ветар може хоризонтално носити, па и уздизати, при вертикалној компоненти ветра.

Брзина падања капљица средње величине (0,02 мм) износи мање од једног сантиметра у секунди (око 7 мм). Што капљица ближе прилази земљи, то се отпор ваздуха повећава, због његове густине, те падање капљица бива још спорије.

Код масивних и заокругљених облака, при тихом времену, падање капљица бива нешто брже, али у нижим слојевима ваздух је топлији, те врши испаравање доње површине облака, а испарена водена пара, као лакша од ваздуха, диже се увис и на врху облака поново хлади, згушњава се и озго надокнађује губитак. Тако дотични облак опет остаје на истој висини.

Класификација (подела, разврставање) облака. — Класификација облака је врло сложен посао. Овим су се питањима бавили многи научници, али се ипак још није дошло до једне опште и коначне класификације. Елементи које треба имати у виду при класификацији облака су: висина, физичко стање, облик, грађа (структура), боја, прозрачност, начин стварања и начин преображаја.

1) Обзиром на *висину* на којој се јављају, поједини облаци се деле на *високе* (преко 5000 метара), *средње* (између 2000—5000 метара) и *ниске* (испод 2000 метара). Овде чине засебну групу облаци *вертикалног развитка* (дневног загревања) чија база бива око 1000 метара, а врх се уздиже на разне висине почев од 1800 метара па до 8000 метара. Затим долазе у обзир и магле, које леже по земљи или су на малим висинама.

2) У погледу *физичког стања,* високи облаци (врста цируса) састоје се из ситних ледених иглица, односно кристалића леда, а сви други и магле из течних капљица. Пречник ових капљица износи 0,02 мм. тако да се из 1 cm^3 воде може направити 23,800.000 капљица.

3) *Облика* облака има разних, али се ови могу свести на три главна:

Облик **a**: Усамљени, брежуљкасти, вертикалног развитка при стварању, развучени при ишчезавању.

Облик **b**: Развучени (у слоју), али раздељени на влакнасте, плочасте или округласте.

Облик **c**: развучени, у мање или више непрекидном слоју, често у стварању или рашћењу.

4) Што се тиче *грађе* (структуре), облака има: кончастих, влакнастих, коврџастих, браздастих. у виду перја, згуснути у аморфне масе, развучених испреплетаних, замршених итд.

5) *Боје* облака у главном су ове: бела. свиласта, беличаста (као млеко), сивкаста, сива, мутна, мутно-мрачна и томе слично. Код неких се облака, у правцу Сунца или Месеца, јављају светлосни кругови (хало, круг), а неки су пак, пред излазак и залазак Сунца, обојени жутом, наранџастом, љубичастом или црвеном бојом, што долази од преламања Сунчеве светлости (види даље главу IV).

6) *Прозрачност облака* зависи од дебљине слоја, његове густине и величине капљица. Танки, разређени и са ситним капљицама слојеви су светле, док дебели густи и са крупним капљицама су тамне боје. Сви пак ледени (снежни) облаци су прозрачни за Сунчеву или Месечеву светлост и не дају сенке на земљи.

7) *Начин стварања* у главном одређује висину појединих врста облака. Облаци створени адиабатским ширењем иду на велике висине, док адвективни и радиациони остају у близини земље. Преображајем пак мења се и облик, и висина, и спољни изглед појединих облака. Код описа сваког појединог облака биће опширније речи о њиховом начину стварања и преображају.

Прву именичну класификацију облака дао је Енглез Luke Howard 1803 г. Ова класификација, са малим изменама, важи и данас. На њеној основи стоји и међународна класификација облака. По првој међународној класификацији од 1896 г. облаци су подељени на четири главне врсте чија су имена:

Циуруси: влакнасти, перјасти.
Кумулуси: заокругљени, лоптасти.
Стратуси: развучени, у једноставном слоју.
Нимбуси: мрачни, замршени, кишни.

Сви остали облаци добивали су имена комбинована из ове четири врсте. Тако је израђен међународни атлас облака (прво издање 1896, друго 1910) који обухвата следећих десет врста.

1. Цирус (Cirrus) скраћено Ci.
2. Циростратус (Cirrostratus) скраћено Cist.
3. Цирокумулус (Cirrocumulus) скраћено Cicu.
4. Алтокумулус (Altocumulus) скраћено Acu.
5. Алтостратус (Altostratus) скраћено Ast.
6. Стратокумулус (Stratocumulus) скраћено Stcu.
7. Нимбус (Nimbus) скраћено Nb.
8. Кумулонимбус (Cumulonimbus) скраћено Cunb.
9. Кумулус (Cumulus) скраћено Cu.
10. Стратус (Stratus) скраћено St.

Уз ове главне врсте узимани су у обзир још и ови облаци:

11. Фрактокумулус (Fractocumulus) скраћено Frcu.
12. Фрактонимбус (Fractonimbus) скраћено Frnb.
13. Фрактостратус (Fractostratus) скраћено Frst.
14. Маматокумулус (Mamatocumulus) скраћено Mam-cu.

Последње пак издање Међународног атласа облака (1930) даје ову класификацију:

Међународна класификација облака

Прва врста: **Горњи облаци.**

(Средња доња граница: 6.000 метара).

1.-група: Цируси (Ci) } припадају облику *b*.
2.-група: Цирокумулуси (Cicu) } припадају облику *b*.
3.-група: Циростратуси (Cist) припадају облику *c*.

Друга врста: **Средњи облаци.**

(Средња горња граница: 6.000 метара;
Средња доња граница: 2.000 метара).

4.-група: Алтокумулуси (Acu) припадају облику *a* и *b*.
5.-група: Алтостратуси (Ast) припадају облику *c*.

Трећа врста: **Доњи облаци.**

(Средња горња граница: 2000 метара;
Средња доња граница: близу земље)

6.-група: Стратокумулуси (Stcu) припадају облику *a* и *b*.
7.-група: Стратуси (St) } припадају облику *c*.
8.-група: Нимбостратуси (Nbst) } припадају облику *c*.

Четврта врста: **Облаци вертикалног развитка.**

(Средња горња граница: граница Цируса;
Средња доња граница: 500 метара)

9.-група: Кумулуси (Cu) } припадају облику *a*.
10.-група: Кумулонимбуси (Cunb) } припадају облику *a*.

Означене средње вредности висинских граница односе се на пределе умереног појаса и одговарају висини изнад земљишта дотичног предела, а не изнад морског нивоа. Од показане средње вредности може бити и великих отступања код појединих облака, нарочито код цируса, који се каткад на умереном појасу спуштају и до 3000 метара, док у поларним областима силазе и до близу земље.

Већина алтокумулуса и стратокумулуса појављују се у облику *b*, али врсте „кумулиформиса“, а нарочито вариетети „кастелатуса“ припадају облику *a*.

Нарочито пада у очи, да је у овој последњој међународној класификацији изостао „*нимбус*“, а на место њега узет „нимбостратус“, али то још није коначно усвојено.

Уз све поменуте групе облака иду и извесне подгрупе и варијетети који ће се у даљем опису изложити.

Опис облака.*)

Цируси (Ci). — То су највиши облаци, потпуно бели, влакнасти, кончасти и перјасти, без сенке, усамљени или делимично помешани са циростратусима или цирокумулусима. Они се пројектују на небу потпуно ведром и заузимају врло различите, али увек танке, облике. Најчешће се јављају у

*) У главном по међународном Атласу облака (1930).

виду прамења, неправилно распоређеног и разбацаног у свим правцима, (сл. I*) — *праменасти цирус* — cirrus filosus), или у виду перја, или пак у виду рибље кости. Често се јављају у паралелним линијама или браздама са коврџама у виду преврнуте запете (сл. II — *коврџасти цирус* — cirrus uncinus). Неки пут се цируси знатно згусну да постају слични танким алтокумулусима или високим стратокумулусима (сл. III — *густ цирус* — cirrus densus). Најзад, изнад кумулонимбуса или масивних кумулуса виђа се каткад згуснут слој цируса у виду наковња, печурке или прекривача са искрзаним ивицама (сл. XXII — *крзнасти цирус* — cirrus nothus).

При пролазу поред Сунца цируси имају свиласт сјај. Сунчеву светлост скоро не умањују, нити дају сенке на земљи. Пред излазак и одмах по заласку Сунца добивају жућкасту или црвенкасту боју. После извесног времена, по заласку Сунца, изгледају сиви. Ујутру они бивају осветљени раније него остали облаци. На њима се врло ретко јавља Сунчев или Месечев хало.

Цируси се састоје из ситних ледених иглица, односно кристалића леда, а стварају се од водене паре која се уздиже на велике висине при јачим атмосферским поремећајима.

Цирокумулуси (Cicu). — Слојеви или врсте малих снежних лоптица, које су каткад у лепим низовима, а каткад у групама као стадо оваца. У народу их зову *„овчице“* (сл. IV). Неки пут се цирокумулуси јављају у виду таласастих браздица сличних браздама које праве таласи на песку. Иначе се циркомулуси ретко виђају у своме изразитом облику. Између њих и високих алтокумулуса постоји велика сличност.

Сматра се да цирокумулуси постају трансформацијом цируса и циростратуса и отуда се уз њих могу увек видети делови ових облака.

Циростратуси (Cist). — Танак беличаст вео кроз који се јасно оцртава облик Сунца или Месеца и на коме се скоро увек јавља хало (сл. V). Некад је вео циростратуса мање или више згуснут и једноликог изгледа, као млеко (сл. VI — *магловити циростратус* — cirrostratus nebulosus), а некад се на њему запажа нејасан влакнасти облик (*cirrostratus filosus*).

Слој циростратуса је широк, негде испрекидан, али увек покрива већи део неба. Ивице су обично праволиниске, а

*) Слике облака налазе се на крају књиге.

бивају и подеране. Овај облик не умањује светлост Сунчева или Месечева сјаја и не ускраћује сенку објеката на земљи.

У погледу прозрачности, боје и начина стварања, све што је речено за цирус, важи и за циростратус.

Алтокумулус (Acu). — Слојеви, групе или низови лоптастих, округластих или плочастих облака, који већином заузимају облик збијених пластића, или откоса, или брежуљкастих валова. Ситнији пластићи, нарочито у лепим низовима, и облици у виду откоса, су бели и скоро без сенке, док су крупнији и збијени пластићи, као и брежуљкасти валови, осенчани и имају мутну боју. Они први, више бели, међусобно растављени или слабо спојени, или пак неједнаког сенчења и густине, ти се облаци зову: *прозрачни алтокумулуси* (altocumulus translucidus — сл. VII). Они други, јако збијених пластића, брежуљкасто-таласастих облика, мутни и са више уједначеним сенчењем, зову се: *густи алтокумулуси* (altocumulus opacus — сл. VIII).

Висина је алтокумулуса врло различита. Некад су веома високо и састављени из ситних лоптица, да се тешко разликују од цирокумулуса. Само при осматрању не треба изгубити из вида да цирокумулуси имају увек пратиоце, цирусе и циростратусе, као и друга својства снежних облака, по чему се може лако утврдити да ли је цирокумулус или алтокумулус

На разређеним деловима алтокумулуса, при пролазу испред Сунца или Месеца, јавља се круг, боје спектра Сунчеве светлости, са црвеном бојом изнутра, а зеленом споља. Тај се круг појављује и код стратокумулуса, али, ако се при том кроз облак довољно назиру Сунце или Месец, онда је то најбољи податак да је дотични облак алтокумулус.

Алтокумулуси постају трансформацијом алтостратуса и обратно, сједињавањем делова из којих се састоји алтокумулус, постаје алтостратус или нимбостратус. Они могу бити и сами у своме слоју, а и помешани са другим облацима.

Испод алтокумулуса, атмосфера је обично мутна на висинама, а каткад се према земљи спушта влакнаст, више пругаст плашт у виду једра, који се у науци зове *Virga*, а који ћемо у овој књизи, ради боље јасноће, звати *једро*.

Нарочите врсте алтокумулуса јављају се још и у овим облицима:

1) *Дењчасти алтокумулус* (Altocumulus flocus) у виду

ситних и поцепаних кумулуса, без равне основице, (сл. IX).

2) *Брегасти алтокумулус* (Altocumulus cumulogenitus), у виду кумулусних маса, мање или више развијених увис, које бивају поређане у истој висини и изгледају брегасте (сл. X).

3) *Алтокумулуси кумулусног порекла* (Altocumulus cumulogenitus), који се стварају проширењем врхова кумулуса и врло су слични стратокумулусима. Узимају се за алтокумулусе само онда, када су им и најситнији делови лепо одређени, правилно поређани и не прелазе у најмањем пречнику величину од 10 пречника Сунчевих, тј. три прста опружене руке.

Најзад, изнад високих кумулуса образује се нека врста глатког прекривача у виду капе, који се зове *капа* (pileus — сл. XI), а припада нарочитој врсти прозрачних алтокумулуса. Слични облаци јављају се и независно од кумулуса у сочивастом облику (сл. XII — *сочивасти алтокумулус*, altocumulus lenticularis).

Алтостратус (Ast). Вео или слој једноставних или нешто пругастих облака, сиве или беличасте боје. Некад је овај облак веома сличан циростратусу, али се на њему не појављује хало, већ се само назире светлост Сунца или Месеца, као што се кроз хартију прозире светлост свеће (сл. XIII — *прозрачни алтостратус* — altostratus translucidus). Некад бива местимично гушћи, са пругастом структуром, те повремено прикрива сјај Сунца или Месеца (сл. XIV — *непрозрачни* (*густ*) *алтостратус* — altostratus opacus). Трећа нианса овог облака је слична претходној, само што даје слабу кишу, или снег, трајно или у прекидима (*кишни алтостратус* — altostratus precipitans). Талози алтостратуса могу и недоспевати до земље, у коме случају образују висећи облак који смо назвали *једро*, а који се често спушта и до саме земље, дајући само слабу кишу.

Кишни алтостратус разликује се од нимбостратуса светлијом бојом, уједначеношћу свога слоја и пругастом структуром, док је нимбостратус мрачнији, са неодређеним контурама и, нарочито, кроз њега се не прозире Сунце ни Месец.

Алтостратус може постати преображајем алтокумулуса, а и обратно: од алтостратуса, трансформацијом може постати алтокумулус.

Стратокумулус (stcu). — Слој (масе) округластих или ваљкастих облака, чији су и најситнији делови доста крупни, лепо сложени (поређани), било у групе, или у низове, или имају таласасте облике. Они су већином сиви са мрачним деловима. Разликују се две врсте; *прозрачни стратокумулуси* (stratocumulus translucidus — сл. XV), који су светли и између чијих се саставних делова види небо или дуги облаци изнад њих, и *непрозрачни* (густи) *стратокумулуси* (stratocumulus opacus), који су у дебелом слоју, састављеном из ваљкастих, округластих и мрачних облачних маса (сл. XVI).

Високи стратокумулуси су слични алтокумулусима. Нарочито осматрачи на високим тачкама могу лако узети алтокумулус за стратокумулус. Да би се избегла забуна треба имати на уму, да се стратокумулуси ретко мешају са облацима 2 и 3 врсте, а врло често са онима из 4 врсте (стр. 107).

Делови непрозрачних стратокумулуса често се спајају у слој, а каткад се преобразе у нимбостратус. Нимбостратус је онда, када се више не разликују спојеви између бусенастих облика и када се због „једра“ не разликује добро доња површина.

Дешава се да се стратокумулус преобрази и у стратус и обратно, али се стратусом неће звати све дотле, док се не изгубе првобитни округласти и ваљкасти облици, мање или више правилног распореда.

Пљоснати и издужени облаци, који се често виђају при заласку Сунца, су остаци кумулуса и зову се: *вечерњи стратокумулуси* (stratocumulus vesperalis — сл. XVII). Други, створени проширењем врхова кумулуса и заостали по ишчезнућу ових, зову се: *стратокумулуси кумулусног порекла* (stratocumulus cumulogenitus). Ови су у почетку слични непрозрачном стратокумулусу.

Стратокумулуси у изразитим таласастим или ваљкастим облицима зову се *таласасти стратокумулуси* (stratocumulus undulatus), а они са брежуљкастом, више лоптастом, доњом површином: *врећасти стратокумулуси* (stratocumulus mamatus).

Стратус (St). — Уједначени слој, сличан магли, али не лежи на земљи. Он се често зове *висока магла*, тј. уздигнута магла, која се креће.

Стратуси су веома слични нимбостратусима, односно нимбусима, нарочито у зимско доба, када је снег у изгледу. Главна је разлика у томе, што нимбостратус (нимбус) даје обилну кишу и снег, док стратус излучује само веома сићушне капљице, тзв. кишу *измаглицу*. Иначе нимбостратус (нимбус) је

више мутан, док је стратус бистрији и има одређенију доњу површину.

Стратус је најчешће локалан облак, који се образује од уздигнуте магле. У том случају он се најчешће цепа (раздваја), а кроз те продоре указује се ведро небо.

Фрактостратус (Frst). — Испод слоја стратуса јављају се ниски, поцепани, више висећи облаци („дроњци", „крпе",) који се зову *фрактостратуси* (fractostratus). Они постају било распадањем слоја стратуса или се сами стварају. У овом другом случају чешће се јављају испод нимбостратуса (нимбуса) где каткад образују скоро читав слој мрачних облака. Тамо се они зову још и фрактонимбуси (frnb*). Ако ови облаци местимично имају изглед заокругљених облика, онда се зову *фрактокумулуси* (*frcu*). На слици XIII, испод алтостратуса, види се комађе фрактонимбуса.

Нимбостратус (Nbst). Ово је име ново у метеорологији и њиме се тежи да замени досадање име *„нимбус"*. То је низак слој, доста уједначен, мутан и кишан. Некад је сиве боје и сличан стратусу, а некад врло мрачан. Из њега пада тзв. „трајна" киша или снег. Али то не значи да се талози морају увек јављати са појавом нимбостратуса. Некад талози из овог облака и не доспевају до земље, те доња површина бива замагљена, нејасна и прекривена облачном завесом коју смо напред назвали „једро".

Пре наступа нимбостратуса, увек се јавља алтостратус, који се постепено спушта док не постане нимбостратус. На сл. XVIII светлији делови означују алтостратус који се види између тамних маса нимбостратуса.

Испод нимбостратуса, као што смо већ рекли, стварају се поцепани делови мрачних облака (фрактостратуси, односно фрактонимбуси и фрактокумулуси), који најпре бивају засебни, а касније образују мање или више испрекидан слој, удвостручавајући тиме слој нимбостратуса. Обично киша из нимбостратуса не почиње пре образовања тих ниских „висећих" облака („дроњака", „крпа"), који су често скривени кишом (снегом) или ишчезавају дејством кише. Али може киша почети и пре образовања тих облака, а може ових и не бити никако.

*) Тежња је, да се назив „фрактонимбус" замени именом „фрактостратус", као што је случај и са нимбусом, који је по најновијој међународној класификацији назван „нимбостратус".

Нимбостратус се може, али врло ретко, образовати спуштањем и преображавањем стратокумулуса.

Нимбус (Nb). — Нимбус је раније име нимбостратуса и све што је напред речено за нимбостратус, важи и за нимбус.

Можда новоузето име „нимбостратус" неће ни бити усвојено коначно, па је зато дозвољено описане кишне облаке називати једним или другим именом — по вољи.

Кумулуси (Cu). — Гомиле густих облака, већином белих, са узраслом и брежуљкастом горњом површином у виду торња, а са доњом у хоризонталном положају. Они се јављају у ведре и сунчане дане и зову се *облаци лепог времена* (сл. XIX).

Ови су облаци обично хомогени, лепо ограничени и са мање или више заокругљеним свима својим деловима. Гледани од стране Сунца имају светлије оне површине, које стоје нормално према посматрачу, него ивице испупчених делова, тзв. *протуберансе;* гледани са стране дају јаке контрасте између осветљеног и осенченог дела, а према Сунцу изгледају мутни са светлим ивицама. Када се врх кумулуса уздигне у висину алтокумулуса, образује се над њим влакнаст вео или сочиваст облик „капа", који може прекривати више торњева кумулуса, а ови могу и вирити изнад овог вела.

Кумулуси се стварају уздизањем водене паре услед дневног загревања. Њихово множење је сразмерно дневном кретању температуре: почињу се стварати ујутру, максимални развој добивају око 14 часова, а ишчезавају обично крајем дана.

При наглом стварању кумулуса њихова доња површина бива доста мутна и тада ови облаци могу дати мало кише, која обично само попрска земљу („покупи прашину"). Иначе и најразвијенији кумулуси дају веома мало водених талога.

Међу кумулусима разликују се две врсте:

1) *Спљоштени кумулуси* (Cumulus humilis), који су мало развијени по висини и мало разгранати, а више спљоштени, у засебним гомилама, скоро непомични, и јављају се само по лепом (антициклонском) времену (сл. XIX) и

2) *Надувени кумулуси* (Cumulus congestus), који су јако развијени (надувени) и бреговити, са протуберансама и торњевима у виду карфиола (сл. XX).

Фрактокумулуси (Frcu). — Често се виђају извесни облаци слични кумулусима (као комађе кумулуса), које је ветар растројио и поцепао, и који се брзо крећу и непрестано ме-

њају свој облик. То су *фрактокумулуси*. Они се јављају некад уз кумулусе на сл. XIX (фрактокумулуси лепог времена), када су више бели, или уз нимбостратусе (фрактокумулуси ружног времена). У овом другом случају су мрачни и јављају се уз фрактостратусе (фрактонимбусе) и то: ређе за време, или одмах после кише, а чешће у почетку стварања, или при стварању слоја тих ниских облака.

Кумулонимбус (Cunb). — Огромне облачне масе, јаког вертикалног развитка, у виду брегова, кула или планина (сл. XXI и XXII), са прекривачем перјасте или влакнасте грађе („капом"), који каткад облаку дају облик наковња или печурке. Овај последњи облик зове се *наковањ* (incus). Иначе горња површина овог облака слична је јако развијеном кумулусу (congestus-у), а доња површина слична је нимбостратусу (нимбусу), одакле и долази име *кумулонимбус*. Испод доње површине увек се запажа висећи плашт „једро", а често и комађе, или слој мрачних облака: фрактостратуса (фрактонимбуса) и фрактокумулуса.

Кумулонимбуси су *олујни облаци*, који дају јаке пљускове кише или снега, а каткад и град (лед) или суградицу (крупу, циганчиће). Електричне појаве (севање, грмљавина, гром) такође су својствене само кумулонимбусу. Ако се није могао осмотрити облик облака, а нарочито његов врх, сама појава изразитог пљуска, севања или грмљавине довољан је доказ да је то кумулонимбус.

Неки пролетњи кумулонимбуси бивају знатно обавијени влакнастом масом („капом"), тако да се некипут види само та маса и „једро". Истовремена појава капе и једра такође је сигуран знак да је дотични облак кумулонимбус.

Предњи део кумулонимбуса обично има лучни изглед (arcus), који чине нарочити облици фрактокумулуса и фрактостратуса.

Облик *маматус* такође се доста често запажа, било на бази кумулонимбуса или на доњој попречној површини наковања. Ако се тај облик јавља уз „једро" са тежњом да прекрије цело небо, и то је сигуран знак да је дотични облак кумулонимбус.

Код кумулонимбуса се разликују ова два облика:

1) *Непрекривени* (*ћелав*) *кумулонимбус* (Cumulonimbus calvus — сл. XXI). који је оличен електричним појавама (севањем, грмљавином), или пљусковима, или висећим облаком „једро", али без и једног перјастог дела. Леђење врха може бити у току и већ изразито. Заокругљени облици почињу да се губе, замршују и крзају, чинећи мање или више вертикалне бразде (као на слици XXII). Леђење врха се продужује уз преображај ка влакнастом облику.

2. *Прекривени* (*лепезасти*) *кумулонимбус* (Cumulonimbus capillatus — сл. XXII), — који се јавља са перјастим прекривачем, често (али не увек) у облику наковња. Ово је типични олујни облак који доноси тешке непогоде.

Заједнички облици појединих облака (варијетети.) Напред су дати облици и особине сваког појединог облака, а овде ће бити речи о некојим облицима, који су заједнички разним врстама облака и могу послужити за још ближе њихово одређење.

Ти су облици:

1) *Димни облици — fumulus* (*Fum*). — Лак вео, једва уочљив, као дим од дувана, јавља се у топле дана на свима висинама од цируса до стратуса. С времена на време, и местимично, бива згуснут и јаче видљив у облику цируса или малих кумулуса. Облаци који се на овај начин стварају, брзо мењају и губе своје облике.

2) *Сочивасти облици — lenticularis* (*Lent*). – Сочивасти облици, слични кумулусима, које заузимају неки облаци при дувању топлих ветрова: фена, широког и других. И ови се облици јављају на свима висинама од цируса до стратуса (на сл. XII види се Acu. lent).

3) *Округласти облици — cumuliformus* (*Cuf*). — Гомиласти облаци са заокругљеним горњим делом (као спљоштени кумулус). Јављају се такође на свима висинама од цируса до стратуса. (На сл. IX види се Acu-cuf-flocus).

4) *Врећасти облици – mamatus* (*Mam*). — Брежуљкасти слој, код кога брежуљци изгледају више као лопте или вреће које висе (сл. XXIII). Јављају се нарочито код стратокумулуса и кумулонимбуса.

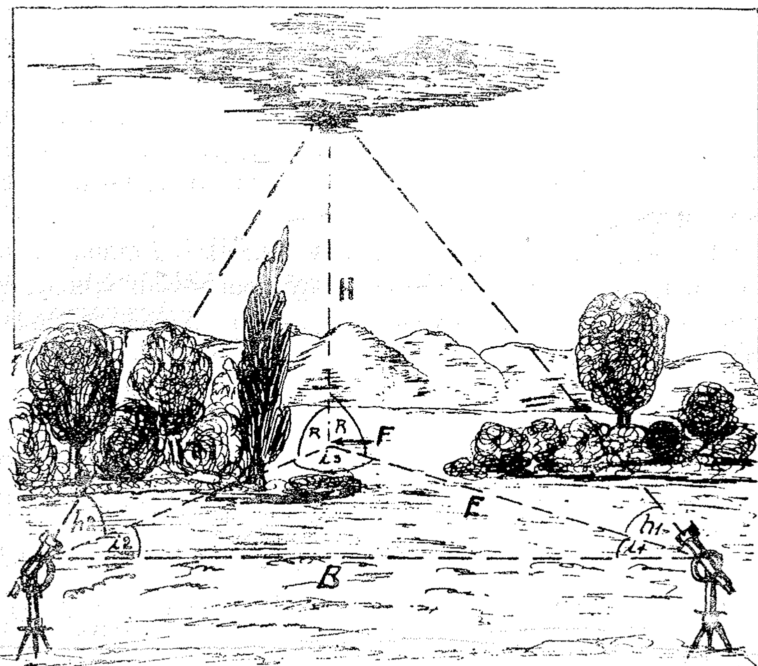
5) *Таласасти облици — undulatus* (*Und*). — Ови су облици слични таласима на води. Важно је код њих запазити оријентацију, тј. правац куда се пружају бразде таласа. (На сл. VII види се Acu. und).

6) *Зракасти облици — radiatus* (*Rad*). — Зракасти построј

известних делова облака, чије линије, под утицајем перспективе, изгледа да конвергирају према извесној тачци. Та се тачка зове „тачка радиације“ и треба одредити страну света у којој се она налази, на исти начин као што се одређује правац ветра.

Мерење висине облака. — Мерење висине облака претставља доста тежак проблем. Тачнији начини су сложени и захтевају нарочиту организацију, а простији нису довољно тачни. У сваком случају, за висину облака узима се она висина, коју облаци имају изнад дотичног земљишта, а не надморска висина. Постоје ови начини мерења висине облака:

1) *Триангулацијом.* — Мерење висине облака триангулацијом врши се на тај начин, што се постављају два осматрача са теодолитима на растојање од најмање 200 метара (сл. 53). Ови осматрачи истовремено визирају једну исту тачку облака, а отуда се израчунава висина на следећи начин: у троуглу



Сл. 53. — Мерење висине облака помоћу два теодолита.

који чине два теодолита и пројекција тачке F навизираног дела облака, добијамо два угла: i_1 и i_2 и одстојање B између теодолита, које мора бити најмање 200 метара. Код тачке F је

угао i_3 који износи $180 - i_1$ и $- i_2$. Према томе добићемо одстојање E између једног теодолита и тачке F помоћу овог обрасца:

$$B : E = \sin i_3 : \sin i_1, \text{ одакле је } E = B \frac{\sin i_1}{\sin i_3}.$$

На тај начин добили бисмо и угао h_1 и страну E, а помоћу њих можемо одмах одредити и висину H по обрасцу: $H = E \operatorname{tang} h_1$. Ако на место E ставимо горњу формулу добићемо:

$$H = B \frac{\operatorname{tang} h_1 \times \sin i_1}{\sin i_3}.$$

Ако се продужи овај рад у размаку од неколико минута, онда ће се добити узастопне тачке путање куда се облак креће и моћи ће се одредити и правац и брзина дотичног облака. Али ова мерења облака врше само одабране метеоролошке станице, које су за тај рад нарочито организоване.

2) *Пилот балонима.* — Пилот балони од гуме или хартије, када се напуне водоником, дижу се у ваздух извесном брзином која се зове *успона брзина.* Познавајући успону брзину балона можемо лако измерити висину неког облака, само ако помоћу стоп сата установимо које је време балон путовао до облака. То време, помножено успоном брзином балона у јединици времена, даје одговарајућу висину облака. На пример: ако је успона брзина балона 100 метара у минуту и ако је балон путовао до облака 12 минута, онда је висина облака $12 \times 100 = 1200$ метара.

3) *Помоћу околних брегова.* — Познавањем надморске висине брегова у околини, можемо према тим висинама оценити и висину облака, у случају када облаци нису виши од брегова. У ту сврху треба претходно установити релативне висине појединих лако уочљивих тачака дотичних брегова, као и самог врха брега, према месту осматрачеву. На пример: ако неки брег има висину 950 метара, а нека је висина тачке осматрања (или метеоролошке станице) 250 метара, онда релативна висина између тих двеју тачака износи 700 метара. Ако извесни облак додирује само врх брда, онда је и његова висина 700 метара изнад тачке на којој се налази осматрач. На исти начин може се одредити висина облака и када је овај нижи од врха брега, ако се дакле знају релативне висине појединих упадљивих тачака на томе брегу.

4) *Аеропланом.* — Аеропланом се такође може мерити висина облака на тај начин, што ови собом носе висиномере (алтиметре), који показују висину са тачношћу испод 100 метара.

5) *Од ока.* — Извежбан осматрач и са дугом праксом може и од ока одредити приближну висину облака. У томе случају он се помаже означеним висинама облака на страни 107 као и доњом таблицом која даје средње резултате висина облака. Разуме се, да те средње вредности не важе за поједине случајеве, већ се помоћу њих човек може само приближно оријентисати, да би што приближније могао одредити висину облака у конкретном случају. Нарочито пак за ниске облаке у планинским пределима, ова таблица нема скоро никаквог значаја.

Таблица средњих максималних и минималних висина главнијих врста облака, према мерењима у Трапу и Потсдаму)*

Врста облака	Трап		Потсдам		Средња вредност	Максимална висина		Минимална висина	
	у лето	у зиму	у лето	у зиму		Трап	Потсдам	Трап	Потсдам
	У километрима:								
Цирус	8.94	8.51	9.05	8.07	8.64	12.07	11.16	6.35	4.78
Цирокумулус	5.83	5.63	5.89	5.41	5.44	10.72	9.85	2.83	2.63
Цирострaтус	7.85	5.85	8.08	7.65	7.36	11.32	11.91	4.05	4.27
Алтокумулус	3.68	4.27	3.63	3.35	3.48	7.19	7.36	0.83	1.14
Алтостратус	3.79	3.82	3.29	3.99	3.47				
Кумулус			1.44	0.99	1.21	5.03	4.75	0.52	0.63
Кумулонимбус	5.48	3.85	3.99	4.74	4.51	10.35	8.77	1.85	1.43
Стратокумулус	1.82	1.61	2.16	1.42	1.75				
Нимбус	1.08	1.05	1.79	1.28	1.30				
Стратус	0.94		0.68	0.61	0.55				
Фрактокумулус	1.40	1.43	1.71	1.02	1.39				

Дебљина облака. — Да би се имао појам и о дебљини појединих облака, износимо на следећој страни таблицу, која је израђена по најновијим резултатима руског метеоролога Молчанова.

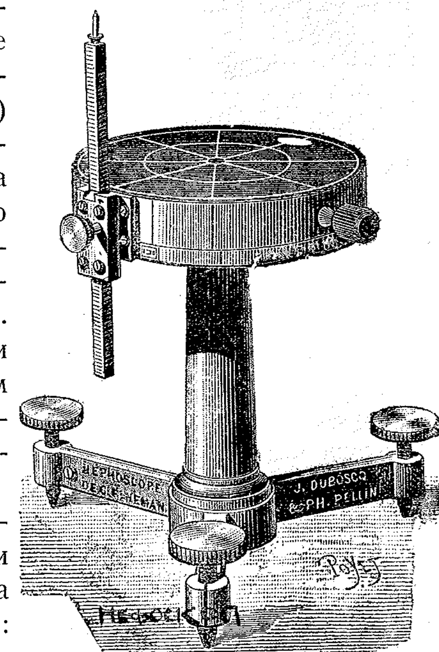
*) По подацима из Lexique Météorologique de l' O. N. M.

Таблица дебљине облака (по Молчанову).

Врста облака	Acu	Ast	Cu	Cumb	Stcu	Nb	Frcu
	у метрима						
Средња дебљина	194	540	669	2070	353	590	214
Максимална дебљина	370	1310	2230	4600	1265	1240	430
Минимална дебљина	50	105	90	340	50	160	70

Мерење правца и брзине облака. — Правац облака цени се као и правац ветра, тј. узима се она страна света одакле облак долази. Разуме се да на месту одакле вршимо осматрање правца облака морамо бити добро оријентисани у погледу познавања страна света. Брзина облака изражава се у метрима у секунди. За мерење правца и брзине облака постоје разни инструменти међу којима су најпознатији: *нефоскоп, огледало за облаке, грабља за облаке, нефометар и теодолит.*

Нефоскоп. — Нефоскоп је инструменат у виду вазе на коју је положено једно огледало са уцртаним и обележеним странама света (сл. 54). Огледало је покретно и оно се оријентише тако, да се на њему означени север (слово N) поклапа са географским севером. Са стране огледала постављена је вертикално четвртаста шипка, са шиљастим врхом, која се може померати увис и наниже. Цео инструменат стоји на три завртња, чијим се завртањем и одвртањем омогућује постављање огледала у водораван положај.



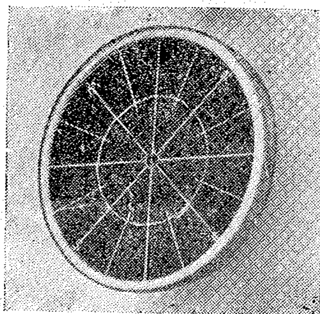
Сл. 54. — Нефоскоп.

Пошто се огледало оријентише и стави у водоравни положај, онда се приступа осматрању на следећи начин:

1. *Изналажење правца облака.* — Преко врха шипке

(померањем ове увис и наниже), а кроз средину огледала, нанишани се извесна тачка (мрља, одломак на облаку, па се ова, такође преко вршка шипке, прати у своме кретању од средишта до ивице огледала. Излазна тачка облака на ивици огледала показује смер куда облак одлази, а супротна страна означава страну одакле облак долази, тј. правац облака.

2. *Мерење брзине облака.* — При мерењу брзине облака исти је поступак као и под 1, само се води рачуна о времену које је облаку било потребно да изађе из огледала. Ако је висина врха шипке изнад огледала једнака полупречнику огледала, тада је време, које је облаку било потребно да изађе од средишта до ивице огледала, равно времену, које је потребно да облак пређе толику дужину пута, колика је његова висина над земљом. На пример: ако је висина облака 1800 метара, време, које је облак употребио да изађе од средишта до ивице огледала 90 секунди, онда брзина облака износи 1800 : 90 = 20 метара у секунди.



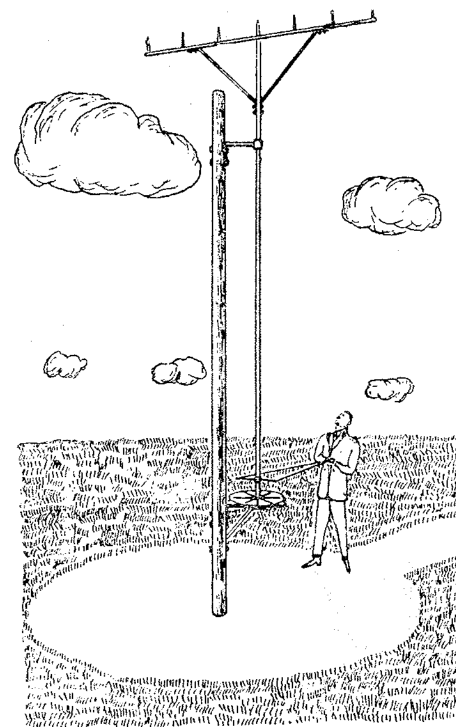
Сл. 55. — Огледало за облаке.

Огледало за облаке. — Огледало за облаке је у ствари засебно огледало нефоскопа којим се извежбан осматрач може служити као и нефоскопом (сл. 55). Оно је више у употреби због лаког ношења и постављања. За рад са огледалом треба се само оријентисати и огледало поставити у хоризонтални положај, а осматрања се врше као и са нефоскопом.

Грабља за облаке. — У последње време, за мерење правца и брзине облака, највише се употребљава нарочита врста нефоскопа названа: *грабља за облаке*, коју је пронашао француски метеоролог Бесон, а која је названа грабљом, због своје сличности са обичном грабљом (грабуљама) сл. 56. Овај инструменат има: *металне грабље* постављене вертикално са зупцима окренутим увис, *водоравни оријентациони круг*, са поделама страна света, и *дрвени стуб*, за који су учвршћени носачи грабље и круга. Између зубаца постоји размак од 20 см., а висина врхова зубаца изнад висине ока осматрачева износи 2 метра. За грабљу је причвршћена једна попречна

полуга за коју се везује конопац, а помоћу овога се грабље могу окретати. При дну грабље причвршћена је и једна сказаљка, у виду стрелице, чији је смер паралелан линији зубаца, а која на оријентационом кругу показује правац облака.

Правац облака помоћу грабље одређује се на тај начин, што се линија зубаца поставља тако, да буде паралелна смеру кретања облака, са сказаљком у оној страни, одакле облаци долазе. Тада сказаљка на оријентационом кругу показује страну света одакле облаци долазе, тј. правац облака. Ово се постиже на тај начин, што се преко средњег зупца нанишани извесна тачка на облаку, па се помоћу конопца грабља окреће тако, да облак следује линију зубаца.



Сл. 56. —

Брзина облака помоћу грабље добива се на следећи начин: најпре се грабља постави тако, да кретање облака буде паралелно линији зубаца, као што је напред речено; затим се изабере извесна тачка A_1 на облаку (сл. 57), која се нанишани преко средњег зупца А; у то време се пушта у рад стоп-сат и осматрач непомично чека док посматрана тачка облака не пређе до следећег зупца, тј. од А до В, када заустavља стоп-сат. Сада се брзина облака изналази по обрасцу:

$$\frac{H}{V} = 10\ T$$

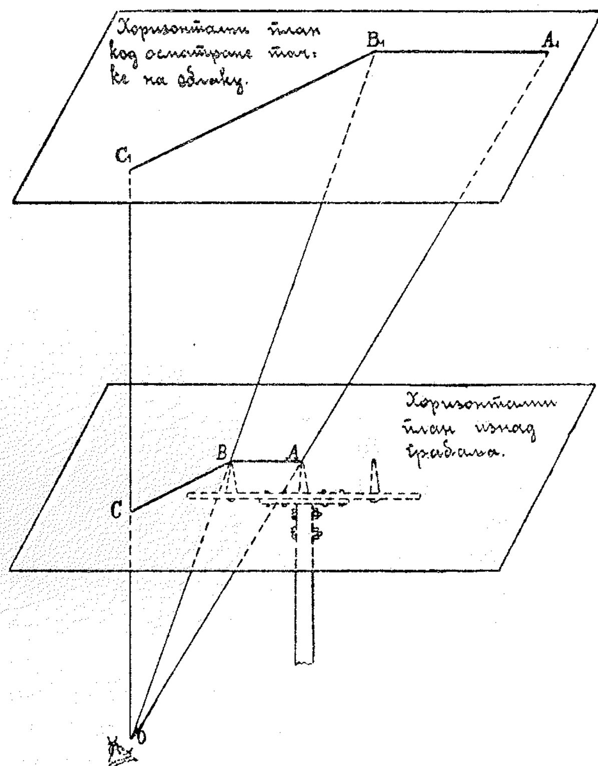
где је Н висина посматраног облака, V брзина, а Т време у секундама за које је облак путовао од А до В. Отуда:

$$\text{Брзина} = \frac{\text{висина}}{10 \times \text{време}}$$

На пример: Ако је висина неког облака 1800 метара а време које је облак путовао од А до В, 12 секунди, онда је брзина облака $\frac{1800}{10 \times 12} = 1800 : 120 = 15$ m. у секунди.

У предњем примеру узето је, да од ока осматрачева до врха зубаца има равно 2 м. и у томе случају имамо:

$$(1)\quad \frac{H}{V} = \frac{2,00}{0,20}\, T = 10T.$$



Сл. 57. — Мерење брзине облака.

Али, ако је осматрач виши или нижи, онда треба извршити извесну поправку.

На пример:

1) Ако је осматрач виши, тј. ако од висине његових очију до врха зубаца има само 180 см. онда је:

$$(2)\quad \frac{H}{V} = \frac{1,80}{0,20}\, T = 9T$$

или

2) Ако је осматрач нижи, тј. ако од његових очију до врха грабаља има 2.20 м. онда је:

$$(3)\quad \frac{H}{V} = \frac{2,20}{0,20}\, T = 11T.$$

Рђаве стране Бесонове грабље су у томе: 1. што за њену инсталацију треба велики, отворен и нивелисан простор, који се не може добити на сваком месту; 2. што осматрање не може бити прецизно због неизбежног померања ока осматрачева при посматрању облака, пошто око нема утврђену тачку гледања и 3. што се овом грабљом не може осмотрити правац и брзина следећих облака: који су ниско над хоризонтом, који су у самом зениту, који се приближују право осматрачу и који се од овога удаљују.

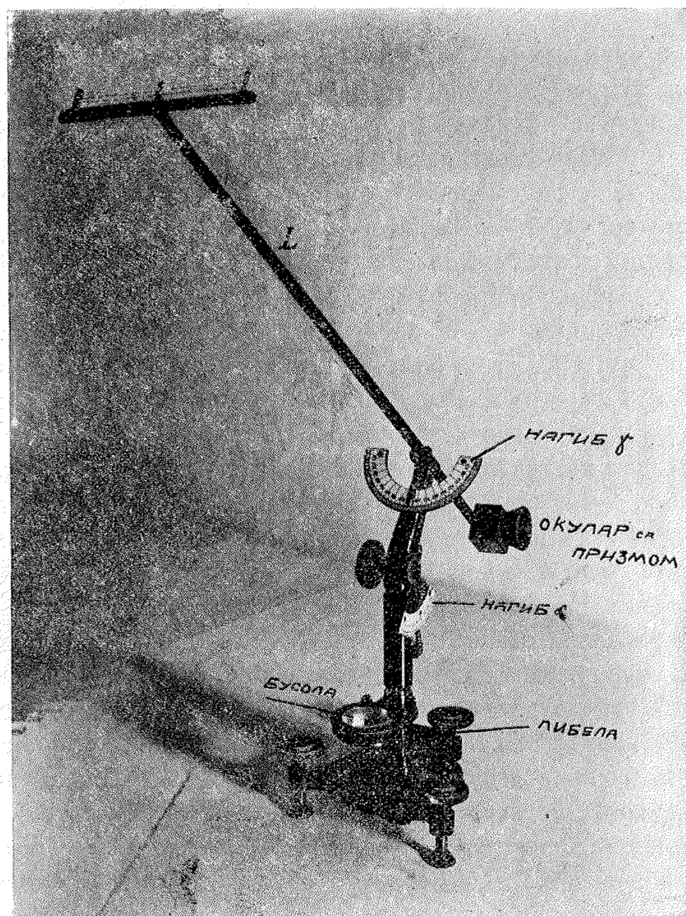
Нефометар г. Вемића. — Наш вредни метеоролог г. Вемић Милан изумео је и конструисао*) специјални инструмент *нефометар*, којим се отклањају поменуте рђаве стране Бесонове грабље. Овај је нефометар претстављен на сл. 58. Шипка L, на чијем се једном крају налази окулар са призмом, а на другом, управно, зупчаста полуга са три подједнако размакнута зупца, постављена је на вертикални стуб тако, да се у лежишту може обртати око своје уздужне осе. Вертикални стуб се може преламати и на тај начин шипка L заузимати различите углове према хоризонту, који се мере угломером постављеним на месту прелома. Стуб је такође обртан око своје вертикалне осе, док његово постоље остаје учвршћено. Бусола учвршћена на стубу показује тада страну света у којој је шипка окренута, односно азимут нефометра. Обртање шипке у свом лежишту око уздужне осе мери се угломером постављеним на горњем делу стуба. Помоћу мале либеле нефометар се може довести тачно у хоризонталан положај.

Принцип осматрања је следећи: Пошто је нефометар помоћу либеле прво нивелисан, стуб са шипком се окрене у правцу облака који се хоће да осматра, при чему шипка заузме према хоризонту известан угао d, који се чита на угломеру. Сада се кроз призматични окулар нивизира извесна маркантна тачка облака и посматра њено кретање у односу на зупце и паралелне жице затегнуте између њих. Ако се та тачка не креће паралелно тим жицама, шипка L се обрће у

*) Конструкцију овог Вемићевог нефометра извршила је фирма „Микрон“, предузеће за оптику и прецизну механику у Београду.

своме лежишту све дотле, док се то не постигне, па се онда забележи број степени колико сказаљка, утврђена за шипку, показује на угломеру преко кога се креће.

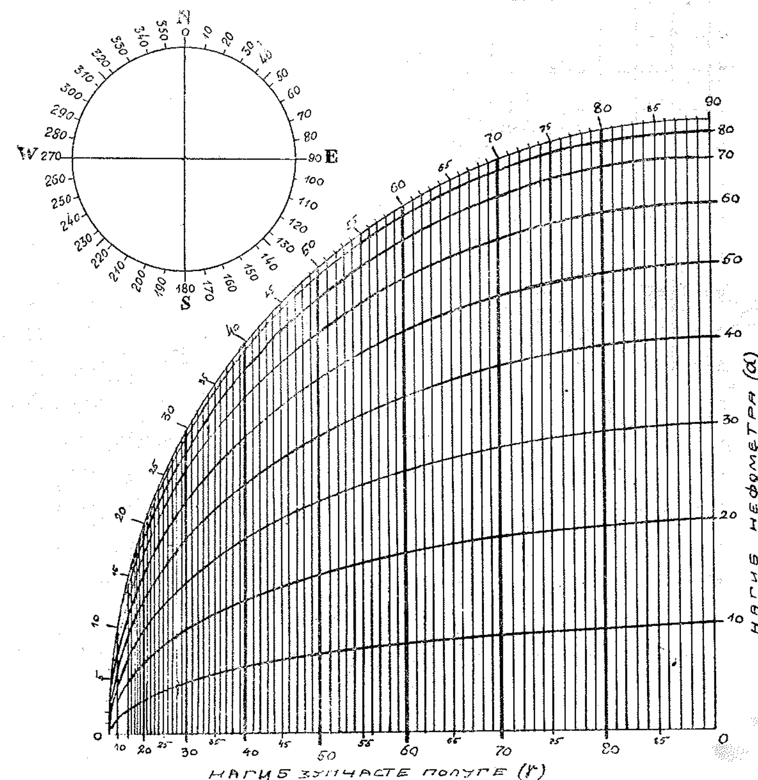
Пошто се полуга са зупцима постави тако да се облак креће паралелно жицама затегнутим између зубаца, онда се по-



Сл. 58. — Нефометар г. Вемића.

моћу стоп-сата мери време (у секундама) колико је којој тачци посматраног облака потребно да пређе растојање између једног и другог зупца. Са овим је осматрање завршено, па се приступа одређивању правца и брзини облака, помоћу графикона бр. 1 и 2 (сл. 59 *а* и *в*).

Одређивање правца кретања облака. — За одређивање правца узима се графикон бр. 1 (сл. 59а). На страни означеној са „нагиб зупчасте полуге (γ)“ узима се број степени (угао γ) прочитан на угломеру који мери скретање зупчасте полуге од хоризонталног положаја, а на другој, означеној са „нагиб нефометра (α)“, број степени прочитан на угломеру који мери нагиб шипке L према хоризонту. Права, која, повучена од центра O пролази кроз пресек тих двеју линија,



Сл. 59а). — Графикон бр. 1.

показује на спољашњој подели угао δ кога треба додати или одузети од азимута нефометра, тј. оног броја степени, за колико је шипка L обрнута од севера у правцу сказаљке на сату, а која се прочита на бусоли.

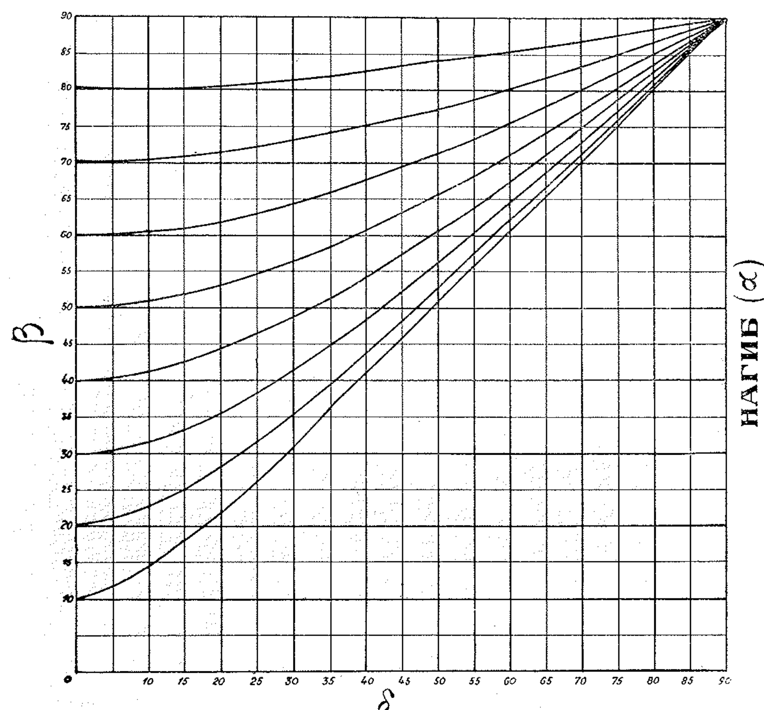
Ако је за време осматрања сказаљка на горњем угломеру била на страни означеној на слици нефометра са (+), онда се угао δ, добивен на графикону бр. 1, додаје азимуту, а



ако је угао γ, прочитан на страни означеној са (—), онда се одузима од азимута. У оба случаја, збир или разлика показују правац у коме се врши кретање облака.

Пример: Нека је азимут нефометра 220° (шипка L окренута у правцу SW). Угао α под којим је шипка нагнута над хоризонтом износи 60°, а на горњем угломеру, на страни означеној са (+), прочитано је $\gamma = 75^0$.

На графикону бр. 1, на одговарајућим странама узимамо



Сл. 59*в*. — Графикон бр. 2.

$\alpha = 60$, а $\gamma = 70$. Тада права, која полази од центра O и пролази кроз њихов пресек, показује на спољашњој подели $\delta = 73^0$. Према томе,

220 (азимут) + 73 (угао δ) = 293°.

Правац у коме се врши кретање облака јесте, дакле: 293—117 тј. WNW—ESE. Које ће се од то двоје узети за правац кретања (смисао кретања) зависиће од тога, да ли се облак при посматрању кретао у правцу беле или црвене стрелице, које су уцртане на зупчастој полузи. У првом случају

узима се за правац број степени директно добивен (293 тј. WNW), а у другом одговарајући број степени у супротном квадранту (117 тј. ESE).

Одређивање брзине. — Брзина кретања облака добија се по обрасцу:

$$F = \frac{H}{10 \sin \alpha \sin \beta\ T},$$ где је: H висина облака, α = нагиб шипке L према хоризонту, β = угао који се добије на графикону бр. 2 (сл. 59*в*), када се вертикално узме угао α, а хоризонтално угао δ добивен већ на графикону бр. 1. На графикону су извучене вредности за α од 10° до 10°, остале се добијају интерполацијом.

Ако је висина облака H = 1800 метара, а време, за које је једна тачка облака прешла од зупца до зупца, T = 20 секунди, затим, како је већ речено $\alpha = 60$, $\delta = 73$, онда се на графикону бр. 2 (сл. 59*в*) налази: $\beta = 84^0$. Брзина ће дакле бити:

$$F = \frac{1800}{10 \sin 60 \sin 84 \times 20} = \frac{1800}{8{,}6 \times 20} = 10.5$$ метара у секунди.

Производ 10 sin α sin β израчунат је унапред за све вредности α и β и дат у таблицама, које иду уз нефометар.

Теодолит. — Нарочити (лактасти) теодолит, звани *балон-теодолит*, којим се иначе врши праћење тзв. пилот балона, може добро послужити и за мерење правца и брзине облака. Он се претходно оријентише тако, да се на азимутној подели чита 0° онда, када дурбин гледа тачно на север (географски север). Потом се њиме нанишани извесна тачка на облаку и ова се прати у свом кретању, а с времена на време (у јединици времена) врши се читање азимута и нагиба. Тако се добијају узастопни положаји у простору узете тачке на облаку, а помоћу тих тачака може се одредити и правац и брзина облака, на исти начин као што се посматрањем пилот балона добија правац и брзина ветра.

Одређивање правца облака без инструмената. — Правац облака може се одредити са довољно тачности и без инструмената. Може осматрач стати уз ветроказ и, користећи се крстом који показује стране света, непосредно оценити правац облака.

Други начин састоји се у избору неког вертикалног стуба (дирека, шипке од громобрана и слично), а потом: изабрати

уочљиву тачку на облаку, што ближе зениту, и измаћи се на извесно одстојање тако, да изабрана тачка прелази преко врха стуба и да изгледа, било да „пада“ или се „диже“, по дужини стуба. Права линија, идући од стуба ка осматрачу, претставља правац одакле облак долази у првом, а обратни правац у другом случају.

У случају да се осматрач, због неке препреке, не би могао кретати у жељеном правцу, у односу на речени стуб према кретању облака, онда се може поставити у коме било правцу, само да осматрање тачке на облаку иде тачно преко врха стуба. Затим, према кретању облака помера се и осматрач, не губећи из вида полазну (прву) тачку на земљи, као ни посматрање увек исте тачке на облаку преко врха стуба. Ногом се може обележити полазна, као и завршна тачка на земљи (почетак и крај осматрања), а права линија, која везује те две тачке, означава правац кретања облака, само што се осматрач кретао у супротном смеру од смера кретања облака.

Оцена брзине облака није изводљива без инструмената. Може се само уочити, да ли се облаци крећу *споро*, *умереном брзином* или *великом брзином*.

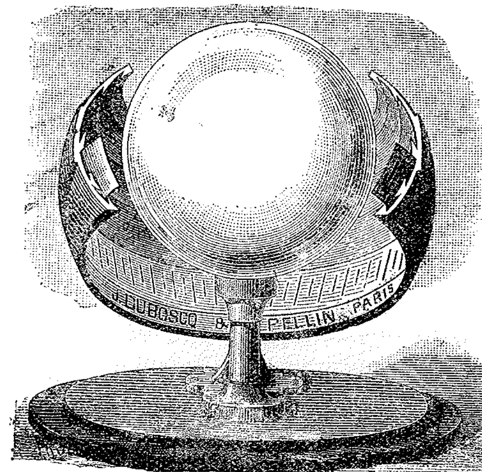
Уопште при мерењу правца и брзине облака, треба узимати оне облаке који су што ближе зениту.

Облачност. — Облачност значи: покривеност неба, степен наоблачности, небулозитет. Она се осматра искључиво оком а изражава се десетим деловима неба, тј. бројевима оц 0 до 10. Нула означава ведро, 1 значи да је 1/10 неба покривена, $2 = \frac{2}{10}$, $5 = \frac{1}{2}$ неба и тд., завршујући са 10, који број означава потпуну покривеност неба.

Облачност може бити укупна или делимична. Укупном облачношћу назива се облачност свих облака на небу у часу осматрања, а делимична облачност означава делимично застирање неба, било од стране једне врсте или од свих облака на небу.

Оцењивање облачности врши се према покривености неба у близини, а не на великом удаљењу, јер коси положај облака спречава прегледност ведрина на великим даљинама и процена би била погрешна. Када је облачност велика, лакше је ценити размере слободног, него покривеног неба, те разликом закључивати степен облачности.

Хелиограф. — Процењивање дневне облачности (или за дуже време), може се вршити инструментом званим *хелиограф* (сл. 60), али тај инструменат служи првенствено да покаже број сати сијања Сунца. Он се састоји из стаклене лопте, металне облоге (љуске) и држача. Лопта сакупља сунчеве зраке у жижу, која пада на облогу. На облози се налазе жљебови у које се увлачи нарочита хартија, тзв. *хелиограм*, са поделама на часове и половине часова. Жижа прогорева хартију танком линијом за све време док греје Сунце, а чим наиђу облаци линија се прекида. Тако се, према дужини ове линије, може видети, колико је сати сијало Сунце, а колико су пак времена облаци заклањали хелиограф.

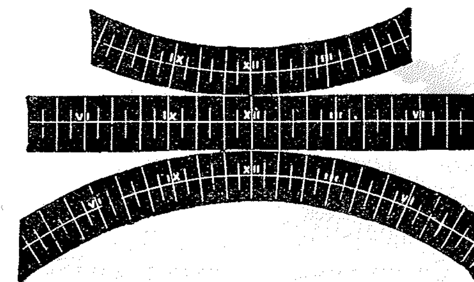


Сл. 60. Хелиограф.

Хелиограф се поставља на отворено место, где сунчани зраци несметано падају од изласка до заласка Сунца. Он се



Сл. 61. — Пресек облоге хелиографа.



Сл. 62. – Хелиограми.

ставља у водоравни положај и оријентише тако, да сунчеви зраци у подне, по локалном времену, падају тачно на зарез

на облози према коме стоји црта означена са XII (подне) на хелиограму.

Жљебова има три (сл. 61) за три врсте хелиограма (сл. 62) који одговарају годишњим добима и то: краћи (криви) хелиограм служи за зимско доба од 5 новембра до 5 фебруара; средњи (прав) служи за пролетње и јесење доба и то: од 5 фебруара до 5 маја и од 5 августа до 5 новембра, а дугачки криви за летње доба од 5 маја до 5 августа.

Скидање употребљеног и стављање новог хелиограма врши се увече по заласку Сунца. После сваке кише треба мокри хелиограм извући и ставити нов.

Облачни системи

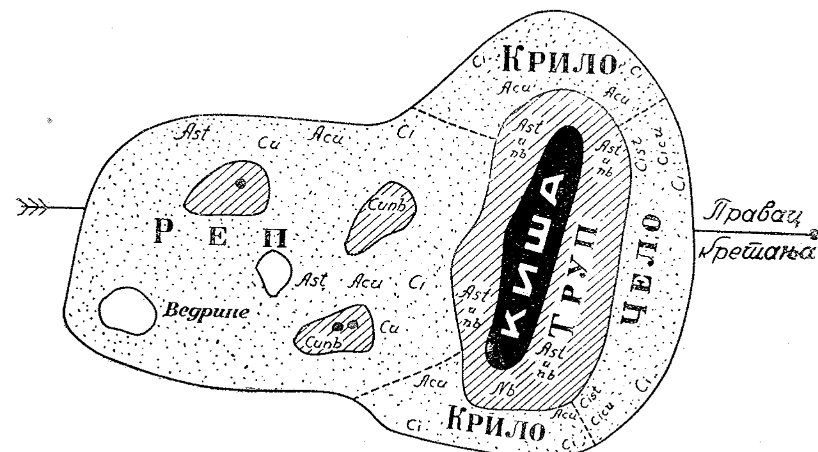
Појам облачног система. — Када се врше истовремена осматрања облака на већим земаљским површинама, онда се тако обухватају читави облачни покривачи, чије пространство увек износи по неколико хиљада квадратних километара. Ако се подаци о осмотреним облацима у разним местима уносе у извесне географске карте, онда се на тим картама сликовито запажа међусобна сличност појединих облачних покривача и долази се до закључка, *да облаци на небу нису резултат неке случајности, већ да сваки од њих има своје одређено место* према подели осталих метеоролошких елемената, а нарочито према подели атмосферског притиска и према варијацијама тог притиска. Тако на пример: места где пада киша оквирена су ш роком зоном облачног (покривеног) неба, а ова је зона опет оивичена делимично облачним прекривачем високих облака. Иза компактног облачног покривача (према правцу кретања) следује широка зона разноврсних облака, међу којима се нарочито истичу они вертикалног развитка: кумулуси и кумулонимбуси. Цео овај поредак сачињава једну облачну организацију која се зове: *облачни систем*. Општу шему облачног система приказује сл. 63.

Структура облачног система. — По општој структури сви облачни системи су међусобно слични и код сваког разликујемо: *чело*, *труп* и *крила* (сл. 63.)

1. *Чело* сачињава широк делимични застор неба од стране високих облака (цируса, циростратуса, цирокумулуса) чија се облачност повећава од периферије према унутрашњости.

Време је још лепо, а ако има кумулуса, они ишчезавају. Чело увек заузима источну страну облачног система.

2. *Труп* сачињава компактан облачни прекривач средњих облака (алтостратуса и алтокумулуса) у језгру облачног система. Овај прекривач је обично удвојен нискимо блацима (нимбусима, нимбостратусима, фрактостратусима) из којих пада киша. Ивица трупа састоји се из мутног алтостратуса.



Сл. 63. — Шема облачног система.

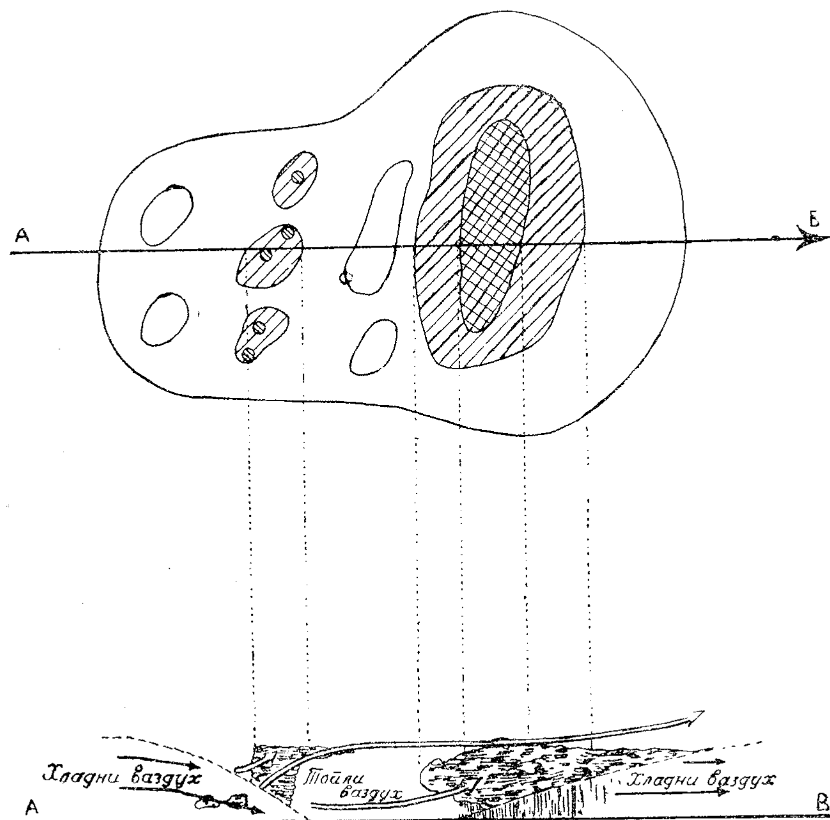
3. *Реп* следује за трупом и има толико пространство колико и сви остали облаци дотичног облачног система. Он се састоји из разноврсних и променљивих облака у времену и у простору. Местимично има лепих ведрина са изванредном видљивошћу, а понегде је небо и врло мутно, са кумулусима, кумулонимбусима и остацима средњих и високих облака. Водени талози (киша, снег, суградица и град) јављају се нагло и у кратким пљусковима. Ветар се јавља на махове (на ударе) са променом правца у смеру сказаљке на часовнику. Електричне појаве су доста честе. Уопште временске прилике репа одговарају временском типу *хладног фронта.**)

4. *Крила* ограничавају труп облачног система са леве и десне стране, према правцу кретања, истим облачним застором из кога се састоји и чело. Најчешће се тамо запажају цируси, цирокумулуси и алтокумулуси. Ови последњи су међусобно растављени и често су сочивастог облика (lent.).

*) (Види „Време код хладног фронта" у IV делу ове књиге).

Иначе, сви облаци крила налазе се у непрестаном преображају. Облачност расте од ивице према унутрашњости, а завршава се са унутрашње стране збијеним слојем алтокумулуса.

Веза облачног система са циклоном. — Облачни систем у ствари припада циклонском атмосферском поремећају и његови поједини делови одговарају деловима циклона,



Сл. 64. — Пресек облачног система.

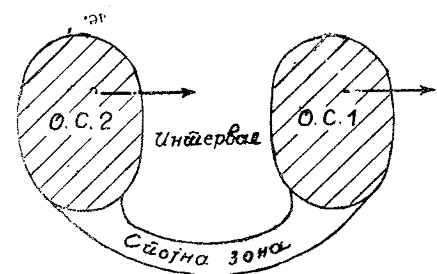
као што приказује слика 64. Чело и труп облачног система састоје се из облачне масе која се ствара уздизањем топлог ваздуха дуж дисконтинуитетне површине топлог фронта. Реп у главном припада хладном фронту, обухватајући и поједине облаке који претходе и који следују за хладним фронтом, што се види на слици 64.

Интервал. — Између два суседна облачна система

обично влада ведро време са локалним кумулусима, стратокумулусима, стратусима и маглом. Тај простор ведрина и управо лепог времена зове се *интервал* (сл. 65).

Спојна зона. — Између два облачна система, који се следују, често постоји, нарочито у зиму, извесан облачни појас који спаја предњи са задњим облачним системом. Тај се облачни појас зове *спојна зона* (сл. 65).

Спојна зона је оличена јаком облачношћу, али ретко бива кише. Спољна ивица најчешће је обележена слојем алтокумулуса са високом сумаглицом мање или јаче густине; затим долазе ваљкасти стратокумулуси и мутни кумулуси, такође са сумаглицом.



Сл. 65. — Интервал и спојна зона између два облачна система.

Подела облачних система. — Облачни системи се деле на *циклонске и олујне.*

1. *Циклонски систем.* — Труп циклонског система састоји се из пространог алтостратуса који следује за згуснутим циростратусом и даје трајне талоге на широким пределима. Овај је систем оличен јасноћом опште структуре и стабилношћу облика за време кретања. Реп се јасно разликује од трупа и садржи многе кумулусе који прикривају запажање карактеристичних врхова кумулонимбуса. Пљускови су многобројни и јаки, а често и олујне природе.

Циклонски системи иду уз изразита, лепо ограничена, језгра барометарске „тенденције“.*) Они су некад близу један другог, са стиснутим интервалом између њих.

Брзина кретања циклонског система у главном се креће између 40 и 80 километара на сат.

Нарочити тип циклонског система чини онај систем, чији се труп састоји из уједначеног и збијеног слоја алтокумулуса, тако да овај постаје прави алтостратус. Овај тип подржава јаку сумаглицу и уопште слабу видљивост; талози су врло

*) Језгром барометарске „тенденције“ назива се предео на синоптичкој карти, где је притисак знатно опао (или порастао) за три часа пре осматрања.

слаби и лаки (ситна киша — измаглица). Реп је доста сув, пљускови су слаби, олује ретке.

Облачни систем са алтостратусним трупом јавља се најчешће у овим приликама:

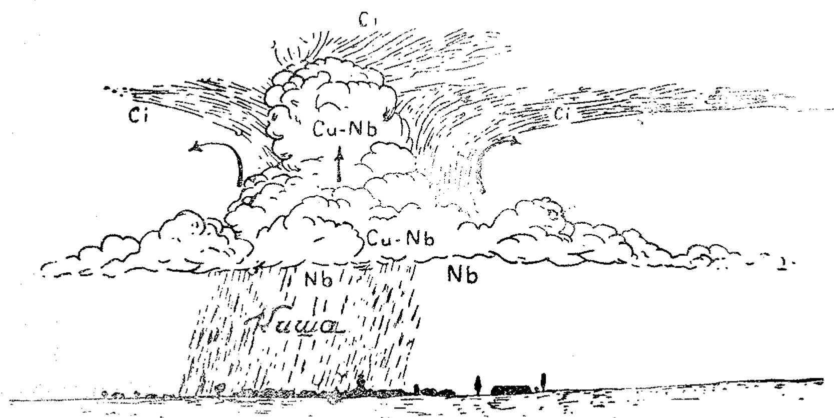
а) Сачињава бочну ивицу типичног циклонског система.

б) Прати оклузовани циклон са ослабљеним дисконтинуитетима.

в) Везује се за високе (дупле) фронтове*).

Некад се, и при слабом паду притиска, образује облачни систем алтокумулусног трупа, са цирусним ивицама.

2. *Олујни систем.* — Овај се систем јавља у летње доба. Чело се састоји из густог цируса, циростратуса и цирокумулуса. Труп је у нереду, без одређеног облика и састоји се из облака свих висина. Реп је знатно помешан са трупом; он је оличен кумулонимбусом са цирусним прекривачем и даје жестоке олује. Олује са грмљавином стварају се врло брзо, али њихово дејство нема даље простирање од око 150 км. Типични изглед олујног облака види се на слици 66.



Сл. 66. — Шема олујног облака.

Олујни системи иду уз језгра варијације слабог пада притиска, а нарочито уз она језгра, која слабо напредују. Они се стварају на простору где је слаб барометарски градијент, а нарочито тамо, где је притисак нешто нижи.

Олујни системи се крећу врло споро, као и језгра пада притиска која они прате, али често ишчезавају и у месту.

*) Види у IV делу ове књиге (глава I).

ГЛАВА III

МАГЛЕ

Појам и врсте магли. — Магла је згуснута водена пара у најнижим слојевима ваздуха. Она постаје расхлађењем влажног ваздуха на исти начин као што постају и облаци. Само је магла локална појава и зависи искључиво од месних прилика. Она је инертна и скоро се не креће са места где се образовала. Боја јој је уједначена и једва су уочљиве извесне нијансе. Међутим код ње се примећују непрестана турбулентна кретања (комешања) која настају због редовно постојеће инверсије температуре у слоју где се магла ствара.

Према месту и начину стварања разликујемо следеће врсте магли:

— *Маглу ноћног хлађења* или *радиациону маглу;*

— *маглу хоризонталног мешања ваздуха* или *адвективну маглу*;

— *орографску* или *рељефну маглу* и

— *суву маглу.*

1) **Магла ноћног хлађења.** — Ову маглу изазива *ноћно хлађење* при ведром и тихом времену (антициклонском времену) и она је искључиво везана за инверсије температуре, било над самом земљом, или на извесним висинама. Отуда се код радиационе магле јасно разликују два типа: *приземна* (или ниска) и *висока магла.*

а) *Приземна магла.* — Ова магла настаје у ведре и тихе ноћи, када земља постане хладнија од ваздуха над њом. Тада се и ваздух, који је у непосредном додиру са земљом, услед тог додира, расхлађује и засићава воденом паром. Ако при том ветра уопште нема, онда се образује само танак слој магле, који лежи по самој земљи, а ако има слабог ветра (највише до 3 м/сек.), онда овај чини да се најнижи и најхладнији слојеви ваздуха мешају са вишима изнад њих, те се и ови последњи хладе и засићавају воденом паром. У томе се

случају може образовати и дебљи слој магле, али ретко дебљи од 200 метара. Ако је пак ветар јачи од 3 м/сек. он спречава стварање магле тиме, што својим кретањем уништава инверсију температуре и уопште „разбија“ маглу.

Стварање приземне магле бива најчешће у јутарње часове, пред излазак Сунца, када је дневна топлота земље око минимума. Али се догађа доста често да се магла почиње стварати још увече.

Дебљина слоја магле и њена густина су у правилној сразмери са јачином хлађења и количином влаге у ваздуху. Јачем и дужем хлађењу, као и већој апсолутној влази, одговара гушћа магла и обратно. Затим, *прашина* и друге *чврсте честице*, које лебде у ваздуху, врло повољно утичу на стварање магле. Те се честице по заласку Сунца брже хладе него ваздух, па оне расхлађују слој ваздуха око себе и тиме убрзавају кондензацију водене паре. Са тога разлога око индустриских места, где поменутих чврстих честица има у ваздуху у изобиљу, магла се образује и раније, и чешће, и бива гушћа него у даљој околини.

Густина приземне магле опада са висином, јер крупније капљице силазе ближе земљи и управо слој магле над земљом је најнепровиднији — у хоризонталном смислу. У вертикалном смислу провидност је увек већа и најчешће се кроз маглу виде ноћу звезде и Месец, а дању Сунце и небеско плаветнило. Иначе је горња површина приземне магле нејасна и неравна.

Најповољнији предели за стварање приземне магле су котлине и удоља, јер у овима ваздух највише мирује (из њих не отиче) те је најдуже изложен хлађењу у месту. Оне котлине у којима има језера, мочвара и река, као и индустриских објеката, спадају у најповољније пределе за стварање приземне магле. Али су ови услови везани и за надморску висину. Нижи положаји су повољнији за стварање магле него виши, јер на висинама ваздух мање мирује и у њему има мање чврстих честица. Обично се радиациона приземна магла не ствара на већим висинама од 4—500 м. Магле које се јављају у вишим положајима припадају другим типовима.

Ишчезавање приземне магле зависи од њене густине. Ако је ова ретка, сунчани зраци кроз њу пролазе и загревају земљину површину, те се тако загрева и најнижи слој ваздуха. Овај последњи, као што смо већ тумачили, уздиже се увис и тако уздиже и маглу. У томе случају магла се брзо разбија и ишчезава. У највећем броју случајева, ова магла ишчезава до око 9 часова. Ако је пак слој магле толико дебео и густ, да сунчани зраци кроз њага не пролазе, тада ови последњи загревају само горњу површину магле и тиме доприносе појачању инверсије температуре. У том случају магла не ишчезава брзо, нарочито не у зимско доба, када обично потраје по неколико дана и управо све дотле, док се не појави јачи ветар, да је растера У летње доба и ова густа магла ишчезава обично између 10 и 11 часова. По правилу: *ранијем почетку стварања магле следује раније ишчезнуће исте.*

б) *Висока магла.* — Висока магла се ствара механичким мешањем ваздуха у слоју инверсије температуре на висинама*) Ње може бити на свима висинама од 200 до 2000 метара, али се најчешће јавља у слоју од 500—600 метара. По свом изгледу она је слична облаку стратусу и убраја се у те облаке.

За разлику од приземне магле, висока магла има јасно одређену (отсечну) горњу границу, док је доња нејасна и, при повољним условима, шири се наниже, каткад и до саме земље.

Висока магла се јавља само код стационарних антициклона, јер само код њих бивају повољни услови за изразите висинске инверсије. Она се развија најчешће, и у највећој мери, у западном делу антициклона.

У прогностичком смислу појава високе магле значи сталност временских прилика. Та магла не ишчезава брзо и обично остаје на истом месту по неколико дана, каткад (нарочито у зиму) и по читаве недеље.

2. — **Адвективна магла.** — У адвективне магле спадају оне магле, које се стварају при лаганом хоризонталном преносу влажних ваздушних маса из топлих у хладне крајеве и обратно. Тиме се врши мешање топлог и хладног ваздуха, при чему топли ваздух, губећи од своје топлоте, ослобођава водену пару од које се образује магла.

Стварање адвективне магле може бити на неколико начина, које ћемо даље приказати, али при сваком од ових главну улогу игра влажност и хлађење *топлог* ваздуха. Најповољнији предели за стварање ове магле су приморске области, пошто

*) Види антициклонске инверсије у IV делу ове књиге.

тамо постоје највеће разлике у температури између копна и мора. Адвективне магле могу настати у овим случајима:

а) *Када топле ваздушне масе наилазе на хладну водену површину.* Тада се ваздушне масе расхлађују оздо, образује се инверсија температуре, наступа механичко мешање у топлом ваздуху и магла бива у толико гушћа, у колико је већа разлика у температури између копна и водене површине, и у колико су при том услови ветра и влаге повољнији у наступајућем ваздуху. Овај случај бива у летње доба, када је копно топлије од водених површина. Висина слоја ове магле обично досеже до 200, често и до 400, а врло ретко и до 1000 метара. У дубину копна ова се магла ретко простире даље од 30 километара.

б) *Када топле ваздушне масе прелазе са водене површине на хладно копно.* Овај случај бива у зимско доба, када је водена површина знатно топлија од копна. Топле ваздушне масе хладе се такође оздо и цео процес бива као и код претходног случаја, само што је хлађење на копну интензивније и инверсија значајнија. Расхлађење ваздушних маса на копну не изазива само хладна површина, већ и постојећа радиација — ноћно хлађење. Иначе је густина ове магле сразмерна разлици у температури између копна и мора и количини влаге у топлом ваздуху. Овај се тип магле може у повољним приликама образовати и врло нагло, али је његово ишчезавање увек врло споро.

в) *Када хладне ваздушне масе прелазе на топлу копнену или водену површину.* Овај се случај знатно разликује од прва два, јер хладан ваздух не поседује велику количину влаге, да би се у њему могла повољно развијати магла, а уз то, подгревање оздо које изазива топла површина, умањава његову релативну влагу. Стварање магле у овом случају бива само при наглом испаравању топле површине, као што се то запажа при испаравању топле воде, изнад отворених градских канала, над површином река у вечерњим часовима итд. Али је та магла краткотрајна, јер њу брзо апсорбује хладан ваздух. Једино ако у хладном ваздуху постоји јака инверсија температуре, само се тада може образовати значајнији и трајнији слој магле случаја о коме је овде реч.

г) *Морске магле.* — Ове се магле стварају при сусрету ваздушних маса различите температуре, што се најчешће догађа изнад морских струја. Пошто је морски ваздух увек богат у воденој пари, то су и најмања захлађења довољна да изазову стварање магле.

д) *Копнене магле.* — Адвективне копнене магле су оне магле, које се образују при прелазу влажних ваздушних маса из топлијих у хладније пределе. Такав случај настаје најчешће при наступу јужног ваздуха у северне крајеве. Топле јужне масе, упадајући у хладније области, расхлађују се нагло и стварају маглу. Ова магла не спада у густе магле и обично не траје дуже од 24 часа. Често је праћена јаким ветром, а увек ниским облацима. Иначе се ова магла јавља најчешће у зимско доба.

3. — **Орографска (рељефна) магла.** — Орографском или рељефном маглом зове се она магла, коју изазива конфигурација земљишта. Влажне ваздушне масе, ако су ветром принуђене да се уздижу уз планинске стране, хладе се у вишим положајима и тиме образују густе облачне масе, које прекривају ону страну планине, одакле ветар дува. На супротној страни планинског венца не бива образовања магле, због појаве ниспоних струја, код којих се температура повишава, као што је случај код фенских ветрова (стр. 87).

Честина појаве орографске магле зависи од преовлађујућ‹г правца ветра дотичног предела и она ће се чешће јављати у случају, ако преовлађујући ветар напада нормално шире делове планинских страна.

Ова магла на извесном месту ишчезава са променом правца ветра у том месту, али се образује у другом месту, где рељеф земљишта опет даје сличне услове као и код претходног случаја.

4. — **Сува магла (чађавина).** — У неким пределима, нарочито изнад великих градова, индустриских места и шумских крајева, јавља се нека врста магле или сумаглице у виду танког вела, паучине или дима, сивкасте, плавкасте или жућкасте боје. Ова је магла позната под именом *сува магла* или *чађавина.*

Узрок постанка ове магле још није најбоље познат, али се сматра као сигурно, да у њеном стварању, поред водене паре, највећу улогу играју прашина и дим. Напред смо већ рекли (стр. 136), да чврсте честице у ваздуху, при ноћном хлађењу, врло повољно утичу на стварање приземне магле,

па изгледа да се тај случај може применити и код тумачења постанка ове врсте магле.

Појава суве магле је нарочито упадљива по томе, што мање или више прикрива видљивост предмета на хоризонту, и ови изгледају удаљенији него што су Иначе она може бити и доста густа у особито повољним приликама. Она изгледа гушћа када се посматра са висина према земљи, него са земље према небу.

Најповољније прилике за појаву суве магле су: суво време, топли, тихи и ведри дани. После кише ова се магла не јавља.

Сумаглица. — Сумаглицом се зове ретка магла ма кога напред описаног типа. Сумаглица обично не спречава сасвим провидност ваздуха, већ је само умањава.

Осматрање магле. — Осматрање магле састоји се на првом месту у процени њене густине или прозрачности ваздуха. При томе је важно забележити: дебљину, односно висину слоја магле, час почетка стварања, моменат најјачег згушњавања, час почетка разређивања, уздизања, спуштања или цепања и најзад, час ишчезнућа магле, о чему св· мора водити рачуна свака метеоролошка станица.

Густина магле зависи од броја капљица, из којих се састоји магла, у извесној запремини ваздуха. Овај је број обрнуто сразмеран прозрачности ваздуха: у колико више ваздух садржи капљица, у толико је његова прозрачност слабија и обратно. Пошто је тешко осматрати број капљица, то је усвојено ово друго, тј. да се густина магле цени по прозрачности, односно провидности ваздуха. Прозрачност се цени према даљини на којој се могу распознати поједини предмети на земљи, а та се даљина изражава у метрима или километрима. На пример: ако се предмети могу распознати на даљини од 50, 100, 200,... итд. метара, каже се да је и прозрачност ваздуха, односно магле 50, 100, 200... итд. метара.

Видљивост. — У место израза „прозрачност“ или „провидност“ ваздуха, или пак „густина магле“, употребљава се само израз *видљивост*. Видљивост је дакле појам стања атмосфере израженог у максималној даљини на којој се могу распознати поједини предмети, обзиром на количину чврстих или течних делића у њој и степен осветљености.

Видљивост може бити: хоризонтална и вертикална, и обзиром на доба дана: дневна и ноћна.

Хоризонтална видљивост даје податке о стању атмосфере у приземљу, а вертикална се односи на посматрања са висина (из ваздуха) према земљи, као и на посматрања са земље према зениту.

Дневна видљивост се цени по даљини на којој се могу распознати поједини предмети, а ноћна по даљини на којој се може видети светлост ватре или ма каквог вештачког осветљења.

За оцену видљивости нема још усавршених и практичних инструмената, већ се ова врши од ока, а изражава се у метрима и километрима. На пример: ако се предмети у неком правцу јасно распознају на 50, 100, 200. . . итд. метара, каже се да је видљивост 50, 100, 200. . . . итд. метара, што значи да се предмети на већем одстојању не распознају.

Видљивост уопште зависи од магле, прашине и од атмосферских талога. Како подела ових елемената није равномерна у сваком правцу, то и видљивост бива неједнака. При сунчаном дану, видљивост је боља гледајући од стране сунца, него према сунцу. Најбоља хоризонтална видљивост бива после кише, ако се ускоро разведри или облаци буду доста високи.

Осматрање видљивости врши се у сваком правцу, па се за научне сврхе узима само средња вредност, док се за потребе ваздушне и поморске пловидбе саопштавају и резултати најмање осмостроне видљивости.

ГЛАВА IV

ВОДЕНИ ТАЛОЗИ*)

Појам о воденим талозима. — Под воденим талозима разуме се лучење водених количина из ваздуха, било у течном или чврстом стању. Ово лучење бива у виду: кише, снега, суснежнице, града, суградице, росе, слане, ења и поледице.

Лучење водених талога врши се увек, када се влажан ваздух хлади преко своје тачке засићености (росне тачке). Ако је при том температура ваздуха изнад 0^0, онда су талози течни, а при температури испод 0^0 талози бивају у чврстом стању.

Киша. — Киша постаје расхлађењем облачних маса које се састоје из течних капљица. При хлађењу капљице се међусобно спајају, постају крупније и, када отежају толико да могу савладати успоне ваздушне струје, које увек постоје у облаку који даје кишу, оне падају. То падање течних капљица називамо *кишом*.

Киша може настати при сваком начину хлађења при коме се стварају облаци и магле (стр. 103 и 135), али је најзначајнији начин хлађења ваздушних маса: *адиабатско хлађење* које наступа због наглог прелаза ваздушних маса из нижих слојева ваздуха, где је притисак висок, у више слојеве, где је притисак низак

Према начину стварања и владајућим временским приликама, при којима се ствара киша, разликују се следеће врсте кише:

1. — **Циклонске кише,** у које спадају два типа:

а) *Киша топлог фронта*, која се ствара у топлом ваздуху који се уздиже изнад хладног ваздуха и овај потискује уназад и

*) Назив: „Водени талози“ узет је уместо постојећих назива: „падежи“, „оборине“, „падавине“, „атмосферски талози“ итд., који називи писцу изгледају мање исправни од првог.

б) *Киша хладног фронта*, која се ствара у топлом ваздуху који се уздиже при наиласку „клина“ хладног ваздуха.

2. — **Пролазни пљускови** (пљускови нестабилности), који се стварају:

а) загревањем ваздушних маса при прелазу преко топлих водених површина и

б) загревањем ваздушних маса на копну *инсолацијом**), тј. у ведре и тихе дане, када сунце знатно припече.

3. — **Измаглица** или ситна (сипећа) киша, која се лучи из најнижих слојева ваздуха при хлађењу овога додиром са хладнијим копненим или воденим површинама.

4. — **Орографска (рељефна) киша,** која се ствара у ваздушним струјама које се уздижу уз планинска узвишења.

Ову поделу кише дали су Ј. Бјеркнес и Х. Солберг**), на основу испитивања у Норвешкој и у северозападној Европи, али је иста прихваћена свуда као општа класификација кише.

О свакој напред означеној врсти кише, у погледу начина стварања и временског типа коме поједини типови кише припадају, биће још речи у IV делу ове књиге.

Кишне капљице при падању са висина, бивају знатно испарене проласком кроз релативно сувљи и топлији ваздух у нижим слојевима, тако да само крупније доспевају до земље. Ако је слој ваздуха испод кишног облака знатно сув и топао, тада киша буде потпуно апсорбована од стране тог сувог ваздуха те и не доспева до земљине површине. У том случају, испод кишног облака виде се само нејасне пруге у виду висећег застора или плашта, коју смо појаву напред убројили у облаке под именом „једро“.

И успоне ваздушне струје ометају падање кишних капљица. Без утицаја ових струја, капљица почиње падати чим њен пречник пређе 0,12 мм., а при дејству успоних струја од 4 м/сек., спречава се падање и капљица од 0,5 мм. у пречнику.

Ако пак јачина успоних струја достигне брзину од 8 м/сек , онда она задржава падање и најјаче кише. Под дејством тих струја крупне капљице се распрскавају и испаравају. Најкрупније кишне капљице могу бити до 7,2 мм. у пречнику.

Крупније капљице падају брже од ситнијих, те прве су-

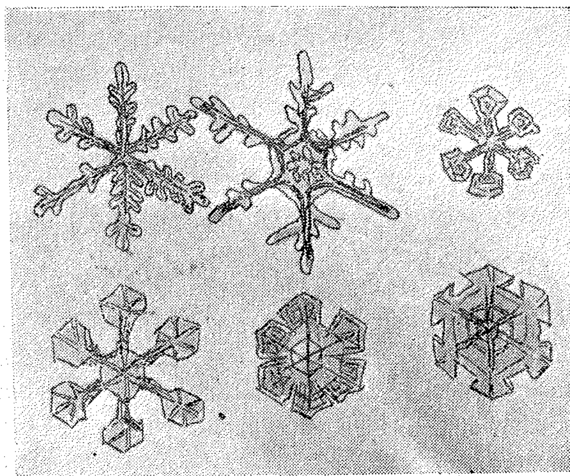
*) „Инсолација“ значи: сијање сунца.

**) Види дела ових научника у списку на крају књиге.

стижу друге и с њима се сударају и спајају. Отуда обично прве капљице кише бивају најкрупније.

Падање кише, обзиром на величину капљица, још није потпуно расветљено. Некад се виде веома мрачни облаци, који се неоспорно састоје из крупних капљица, па не дају кишу, док други светлији, који имају ситније капљице, дају јаку кишу. Претпоставља се да ту највећу улогу игра атмосферски електрицитет.

Најзад кишна вода није хемиски чиста вода. Она поред обилне садржине прашине, гарежи од дима и других лебдећих материја, које спере из ваздуха, има, у мање или више сталној количини: нитрата, амонијака, шалитрене киселине и још неких других хемиских спојева.



Сл. 67. — Снежна пахуљице.

Некад у кишној води или снегу има тако много прашине, да ова постаје мутна, жућкаста или црвенкаста. У овом последњом случају зове се: *жута* или *црвена киша* (или снег).

Узрок постанка жуте или црвене кише (или снега) може бити и вулканског порекла, али је чешћи случај да се она ствара присутношћу прашине и песка, који се за време пешчаних олуја дижу у великим стубовима изнад пустиња и разносе чак и по далеким крајевима.

Ова је киша доста честа на Сицилији и у јужним крајевима Италије, а каткад, али врло ретко, јавља се и у западним

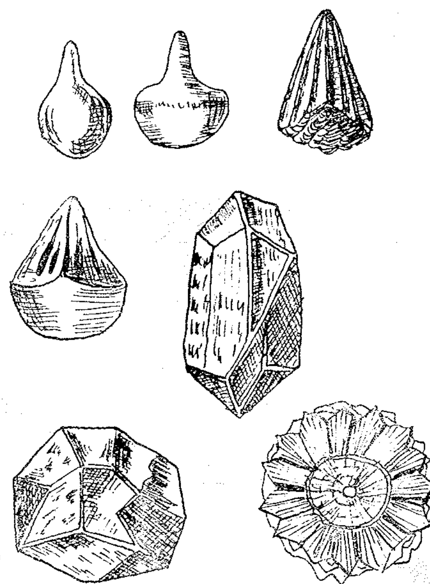
крајевима Балканског Полуострва. У овим крајевима њено стварање омогућава ветар Широко који доноси прашину и песак са Афричког континента (види стр. 89).

У алписким крајевима јавља се каткад жута киша, која долази од цветића четинара и зове се *сумпорна киша*.

Свака киша има нижу температуру од температуре ваздуха. Ова разлика у температури бива до 3^0.

Снег. — Снег постаје када се кондензација водене паре врши при нижој температури од 0^0. Тада се најпре стварају ситни ледени кристалићи (иглице), а потом се образују лепе симетричне, звездасте, пахуљице (сл. 67). Ове су пахуљице правилна геометриска тела и припадају хексагоналном систему, тј. развијају се увек у шест страна.

Образоване пахуљице падају врло лагано, јер им је тежина веома мала према површини. Ако има ветра, он их дуго носи косо, пре него што падну на земљу, а уз то их развејава и разбија. Ако ветра нема, пахуљице падају вертикално, лелујајући се и слепљујући се више њих у једну, те на земљу долазе врло крупне, китњасте и као комађе од крпа.



Сл. 68. — Зрна града.

Снег најчешће пада при температури приземног ваздуха између -1^0 и $+1^0$, а може падати при свим температурама између $+10^0$ и -40^0.

Дебљина снежног покривача није сразмерна количини воде, пошто слој снега мења своју густину и у толико постаје гушћи, у колико је при јачим ветру нападао, као и у колико је дуже лежао на земљи. Обично се узима да дебљина слоја снега од 10 до 12 см. даје висину слоја воде од 1 см.

Суснежица. — Суснежица је падање мешавине: снега и кише. То је обично на висинама био прави снег, који се у

нижим слојевима већим делом истопио и претворио у мешавину снега и кише.

Град (лед, туча). — Град се састоји из тврдих и компактних ледених маса, провидних или непровидних. Обично је већи део масе провидан, а само је језгро непровидно. Зрна града су разних облика и димензија. Најчешћи су облици: округласти, плочасти, ваљкасти, купасти и кристаласти (сл. 68). Ови су последњи најкрупнији и могу имати тежину и преко једног килограма*). У највећем броју случајева, пречник појединих зрна града креће се између 0,5 и 2 см.

Град пада искључиво из олујних облака, *кумулонимбуса*. Његово падање је скоро увек праћено јаким и скоро непрекидним севањем, док је грмљавина потмула и често врло слаба.

Код кумулонимбуса, који се иначе називају „фабриком облака и леда", постоје моћна ваздушна кретања увис, при којима се готове кишне капљице узносе на велике висине, где влада температура знатно нижа од 0⁰. Тамо се оне нагло залеђују и, као зрна леда, падају. При падању, а нарочито при задржавању на великим висинама, за њих се лепе нови слојеви течних капљица, који се такође замрзавају, и тако зрна леда постају знатно крупна.

При стварању леда, изгледа да атмосферски електрицитет игра врло важну улогу, али о томе недостају непосредна осматрања, јер није било могуће опстати у средини где се град ствара. Детаљније о стварању града види у IV делу ове књиге (Глава III).

Трајање града врло ретко бива дуже од 10 минута, а најчешће се завршава у времену од 1 до 5 минута.

Сумрадица (крупа, солика, „циганчићи"). — При узбурканој атмосфери, када нагло захладни (обично близу 0⁰), или када се нагло измењују хладне и топле ваздушне масе, наступа образовање масивних облака вертикалног развића (најчешће кумулонимбуса малих димензија). чији горњи делови бивају у зони ниже, а доњи у зони више температуре од 0⁰. Кондензација водене паре врши се дакле прелазом и у чврсто,

*) 3 јуна 1897 год. у Штајерској су падале лопте града од 1100 гр. У месту Putsemischel (у Мађарској) за време тешке непогоде, која је владала 8 маја 1802 г. падале су читаве санте леда, површине око 1 м², а дебљине око 60 см., тако да је требало по 8 људи да подигну једну санту.

и у течно стање. Како код тих облака постоје нагли поремећаји увис и наниже, то бива и наглог прелаза течних капљица у хладне, и чврстих у топле зоне. У првом случају течне се капљице замрзавају доста нагло и образују непровидне чврсте, округласте и више сочивасте облике, који падају на земљу пре почетка кише или снега. То је појава суградице. Падање тих чврстих тела у кишну масу има за последицу топљење истих, те се отуда суградица јавља само за кратко време и то пре почетка кише. Пречник зрна суградице креће се између 2 и 5 мм.

Једна врста суградице тзв. *ледена киша*, јавља се у случају када кишне капљице пролазе кроз слој ваздуха чија је температура знатно нижа од 0⁰. У томе случају ове се капљице леде и падају у облику зрна од пиринча. Та су зрна сува и отскачу при падању као сачма. Њихов се пречник креће између 1 и 3 мм.

Роса. — Роса постаје при ведрим и тихим ноћима, када температура земље спадне ниже од температуре ваздуха (али не испод 0⁰). Тада се најнижи слој ваздуха, који је у непосредном додиру са предметима ниже температуре, охлади (испод росне тачке) и испушта сувишну водену пару у виду течних капљица, које се одмах лепе за предмете ниже температуре.

Долине река, и уопште нижи положаји имају више влаге, а јаче ноћно хлађење, па је стога и роса тамо обилнија.

Слана (мраз). — Сланом се назива бели прекривач на трави, лишћу и уопште на предметима ниже температуре од 0⁰. Овај се прекривач ствара под истим приликама као и роса, само при температури испод 0⁰. И процес стварања је исти као код росе, само што водена пара, згушњавајући се, прелази непосредно из гасовитог у чврсто стање. Прекривач слане је кристаласт и даје жив сјај при грејању Сунца.

У Хрватској се слана зове *мразом*, ма да тај израз не одговара најбоље, јер се сланом назива само поменути бели прекривач, док се појам мраза разуме увек када је температура испод 0⁰, па било тада белог прекривача или не. Мраз је дакле појам смрзавања воде и уопште појам хладног времена, те не би тај појам требало мешати са сланом.

Иње. — Иње је китњасти снежни слој, сличан слани, који се нахвата на гранама лиснатог дрвећа, четинара и уопште

на танким и шиљастим предметима. Иње се ствара обично при густој магли и при знатно нижој температури од 0⁰. Прехлађене капљице магле могу остати у течном стању и до — 10⁰, али чим дођу у додир чврстих тела поменутих облика, смрзавају се и остају на њима, образујући китњасте, али не и кристаласте слојеве.

Али се иње може створити на сличан начин као и слана, тј. непосредним прелазом водене паре у чврсто стање. Ово бива при веома ниским температурама и при додиру прехлађене водене паре са телима још ниже температуре. У овом случају и иње има кристаласт облик и жив сјај при грејању Сунца, као и слана.

Поледица. — Поледица се ствара при падању кише на смрзлу земљу. Тада се образује гладак провидан слој леда, који може имати и приличну дебљину, што зависи од количине кише. Тај глатки и провидни слој зове се *поледица*.

Поледица претставља нарочиту опасност за телеграфске, телефонске и уопште металне жице, јер се при падању кише, када је температура испод 0⁰, на њима лако образује дебео слој леда, као и леденице, што их преоптерети и могу да попуцају.

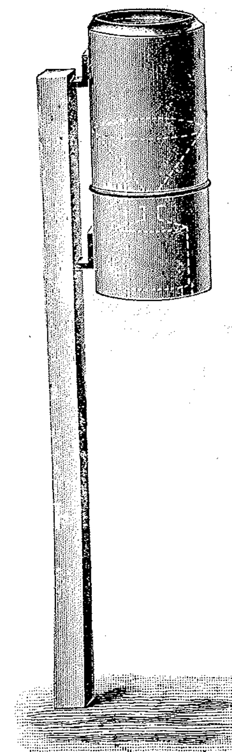
Исто тако и за ваздухоплове поледица претставља озбиљну опасност. На њима се поледица хвата, не само при падању кише, већ и при пролазу ових кроз облак, који се састоји из течних капљица, при температури испод 0⁰. Прехлађене облачне капљице, које, као што смо већ рекли, задржавају течно стање и на знатно нижој температури од 0⁰, нагло се луче и смрзавају при сусрету чврстог хладнијег тела. На аеропланима се ове капљице луче и замрзавају највише на предњим деловима и то у толико више, у колико им је брзина већа. Слојеви поледице на ваздушним апаратима бивају у виду ледене коре или у облику иња. Они могу имати и знатну дебљину, која у најбољем случају повећава штетни отпор и трење, и умањава пењућу моћ, а да и не помињемо друге катастрофалне последице, које могу лако наступити.

Пропаст италијанске ваздушне лађе „Italia“, (експедиција ђенерала Нобиле-а), при лету на северни пол 1928 године, наступила је позитивно због хватања великог слоја поледице, који је преоптеретио лађу и отежао маневрисање.

У поледицу се убраја и смрзнути покривач од растопљеног снега, тзв. „лапавица“, који се често образује при наглом топљењу снега, а при наступу мраза преко ноћи.

Мерење водених талога. — Мерење водених талога врши се на тај начин, што се ови, при лучењу из ваздуха (при падању), хватају у нарочити суд, а потом се ухваћена количина мери и према њој се одређује: колико би био висок слој воде*) на земљиној површини, када се, од количине која је пала, не би ништа упило у земљу, испарило или отекло. Та висина слоја воде изражава се у милиметрима. Слој висине од 1 мм., на површини од 1 м², одговара количини воде од једног литра (1 dm³). Према томе, када се каже, да је негде пало, на пример: 1, 2, 3, ... или више милиметара кише, значи, да је тамо пало на површину од 1 м²: 1, 2, 3, ... или одговарајући број литара воде.

Кишомер (омброметар). — Суд, који се поставља ради хватања атмосферских талога зове се *кишомер* (сл. 69). Он је од цинканог лима и има облик шупље облице, која се састоји из два дела: доњи и горњи. Доњи део има дно и у њему стоји једна кантица**) у коју се слива киша. Горњи део наставља се на доњи и на горњем рубу има конусни метални прстен, са оштром горњом ивицом. Величином овог прстена одређена је површина кишомера. При дну горњег дела намештен је један левак**), кроз који се слива киша у кантицу. На спољној површини оба дела имају ушице за усађивање на стуб, као што се види на сл. 69.



Сл. 69. — Кишомер.

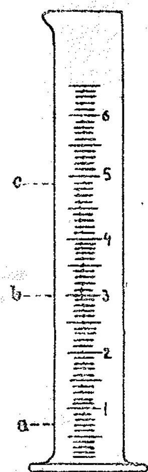
Уз сваки тип кишомера следује и нарочита градирана чаша, звана *мензура за кишу* (сл. 70), помоћу које се лако мери количина нахватане воде. На мен-

*) Ако су талози у чврстом стању, треба их претходно отопити, уношењем кишомера у топао простор, или на слабој ватри (најбоље поред пећи), водећи при том рачуна да се што мање воде изгуби испаравањем. Са истопљеном водом се при мерењу поступа као и са кишом.

**) Види испрекидане линије на слици 69.

зури се налазе ситни зарези, који одговарају целим и десетим деловима милиметара кише. Цели милиметри су обележени бројевима 1, 2, 3... итд. Ако нахватана вода у кишомеру, када се сипа у мензуру, досеже до *a* на сл. 70, тј. до седмог зареза оздо, онда се чита 0,7 mm.; ако досеже до *b* онда је равно 3 mm., а ако досеже до *c* онда то износи 4,9 mm. итд.

У Југославији је усвојен тип кишомера марке Fuess из Берлина, који има површину од 200 см². Али се водени талози могу мерити и сваким другим кишомером, ако уз њега има одговарајућа мензура. Ако пак нема мензуре, талози се могу мерити и без ње, мерењем запремине, или тежине воде, која се количина, према површини кишомера, има саобразити површини квадратног метра. На пример: ако се има кишомер површине од 300 см² и нека је у њега пало 450 грама воде (450 см³.), онда имамо 450 : 300 = 1,5 грама воде на 1 см², што на 1 м². износи: 10.000 × 1,5 = 15 литара воде, тј. висина слоја воде на земљиној површини износила би 15 милиметара. На овај начин, у недостатку кишомера, количина водених талога може се мерити и ма каквим судом, чија је површина позната.

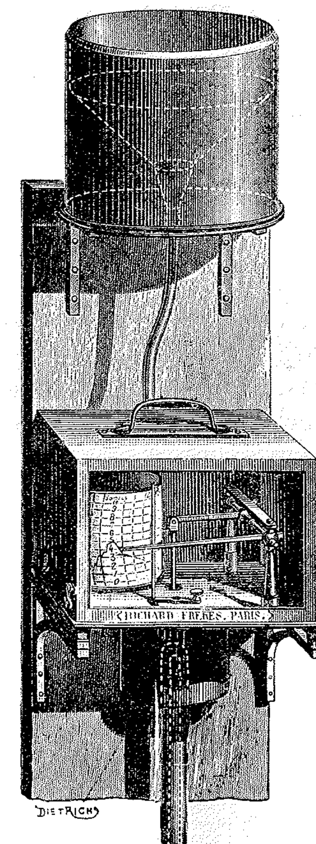


Сл. 70. – Мензура за кишу.

Кишомер се поставља на отворен простор, далеко од високих објеката који би могли сметати падању талога у кишомер и при јачем ветру. Иначе кишомер не треба постављати на простор где су могућа јака ваздушна струјања, јер, у зимско доба, ветар може у кишомер набацати и снега са земље. Висина кишомера од земље треба да је толика, да га снег не би затрпао. Ако те опасности нема, онда је довољна висина од 1 метра.

Мерење талога треба вршити по могућству одмах по престанку падања, а у дневну количину урачунати суму свих дневних мерења. Иначе, према међународним прописима, киша се има редовно мерити у 7 и 19 часова по средњеевропском времену. Нађене количине важе за тај дан. Ако у часу осматрања пада снег или јака киша, онда треба извршити замењивање кишомера, како се не би ништа изгубило за време мерења. У ту сврху свака метеоролошка станица мора имати *резервни кишомер.*

Омброграф. – Ради проучавања интензитета падања и часовне поделе кише, постоји регистрирни кишомер, звани *омброграф* (сл. 71). Он има регистрирни апарат као и термограф, само што његов дијаграм носи хоризонталне поделе од 0—10, које означавају милиметре кише, и што на рад пера утиче нахватана вода својом тежином. Кад кише нема, онда се перо креће по нултој линији, а кад ова пада, перо се уздиже по дијаграму сразмерно количини кише. Ако падне кише више од 10 мм. онда се аутоматски вода омбрографа просипа, а перо се враћа на нулту линију и поново пише одговарајуће нове вредности. Дијаграм се мења свака 24 часа, ако је било кише у том времену, иначе остаје све док ове не буде.


Сл. 71. Омброграф.

Подела водених талога. — Подела водених талога на Земљи унеколико је обрнуто пропорционална подели атмосферског притиска. Где су изразите зоне ниског притиска, ту су обилни водени талози и обратно: где преовлађује висок притисак, ту су талози у минималним количинама. И услови који измењује атмосферски притисак, имају обратни ефекат на количину талога.

Пошто тропски предели имају највишу температуру, то се тамо догађају најјача уздизања ваздушних маса и с тиме у вези најбољи услови за стварање кише. Отуда ти предели имају највећу просечну висину водених талога (око 1725 мм). Тамо киша пада, као што смо већ рекли, просечно око 9 часова дневно.

У пределима суптропских калма, због преовлађујућег спуштања сувог ваздуха, киша је врло ретка појава и управо због тога су ти предели седишта великих пустиња. На томе појасу има извесних области где се киша не појављује по

неколико година*), док се средња висина кише креће око 490 милиметара. Даље од суптропских калма, у правцу полова, количина кише се повећава до око 50° географске ширине, где је средња год. висина талога око 875 мм. Одатле, па према половима, талога је све мање, тако да полови добивају најмању количину (око 300 милиметара годишње). Мала количина водених талога у поларним областима тумачи се тиме, што је ваздух у тим пределима хладан и садржи веома малу апсолутну влагу.

Напред поменуте средње годишње вредности висине водених талога не могу ни приближно бити мерило за процену количине талога на појединим мањим областима и у извесним годишњим добима. Ту главну улогу играју локални услови: подела атмосферског притиска, тј локални преовлађујући правац и бројна вредност барометарског градијента; правац, јачина и природа локалног преовлађујућег ветра и орографија дотичне области. Ови локални услови су веома важни. Средишта ниског притиска су привлачне тачке ветрова са свију страна. Треба само запазити с које су стране топли и влажни ветрови, преко којих ће просторија они проћи и, да ли ће се у путу уздизати или спуштати, обзиром на положај и нагиб земљишта.

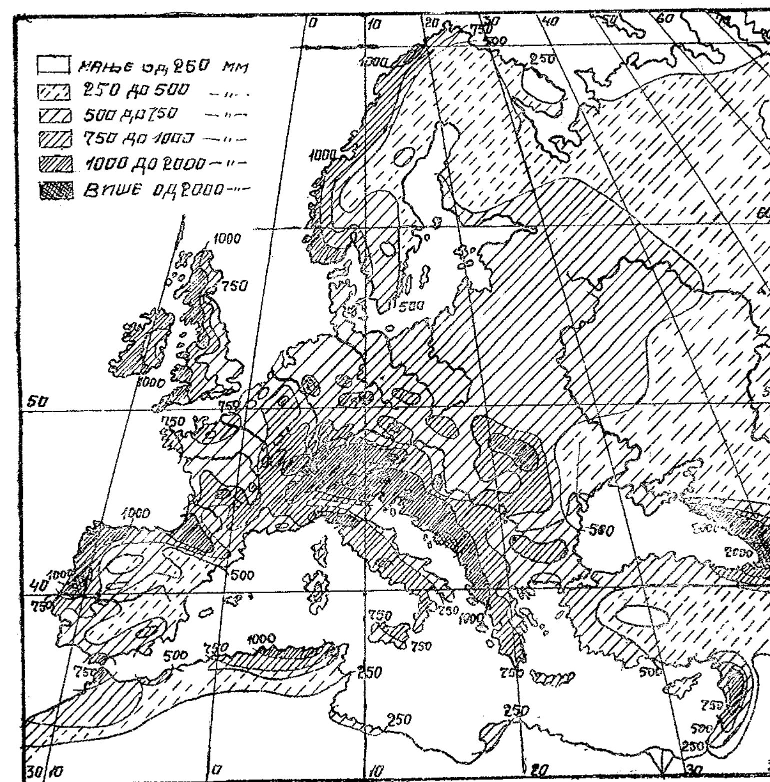
Ако ветар долази с мора и пење се уз планинска узвишења, разуме се да ће дати много више талога од онога супротног правца. Исто то важи и за ветрове који дувају из влажних равница према планинама и обратно. При овоме је важна висина планине и степен нагиба. Када на земљи не би било високих планина, без сумње да не би било ни водених талога у оволикој мери колико их стварно има. Високе планине примају много више талога него ниске, а највише талога пада на висинама између 2000 и 2300 м. Што се тиче нагиба планинских страна, већу количину талога имају стрмије падине, које ветар напада под већим углом, него оне блажијег нагиба.

Највећу количину водених талога на Земљи примају јужне падине Хималаја, северно од Бенгалског Залива, где се средња годишња количина талога креће између 6.000 и 10.800 милиметара.

*) У Уади Халфа (21°54 с. ш. 31°18 и д.) није било кише од 1891—1900 г: У том времену било је само 22 дана када је по нека кап попрскала земљу.

На сл. 72 види се подела водених талога у Европи. На тој слици одмах пада у очи обилност талога дуж западних обала континента и на високим планинама, док су источне обале и источне стране планина, као и велике равнице и висоравни, релативно сиромашне у воденим талозима. Овакав распоред талога долази отуда, што у Европи преовлађују западни ветрови, који доносе влагу са широких морских површина.

У Европи нијвише талога пада у Боки Которској (Црквице



Сл. 72. Карта поделе кише у Европи.

4642 мм.), а затим по количини кише долази западна обала Велике Британије са око 3200 мм. годишње.

У Југославији количина талога опада у главном од запада према истоку. Највеће количине падају на западним падинама планина Динарског система, а најмање у долини Вардара, Мораве и Тимока.

Узрок оваквој подели кише у Југославији лежи у томе, што се влажни ветрови с мора, ударајући о Динарске Планине, уздижу у вис, тиме расхлађују и на планинама остављају највише талога. Даље према унутрашњости нема високих планина и ветрови немају разлога да се уздижу, већ напротив падају. Тиме се ваздух динамички загрева и губи услове за стварање талога. Следећи преглед пружа податке о средњој годишњој висини талога у појединим местима у Југославији.

Средња годишња висина водених талога у Југославији

Крањ (46 г)	1543	мм.	Травник (21)	866	мм.
Љубљана (55)	1413	„	Сарајево (30)	877	„
Н. Место (21)	1157	„	Осек (35)	719	.
Марибор (29)	1043	„	Нови Сад (44)	667	„
Загреб (65)	900	„	Митровица (23)	623	„
Лепоглава (21)	1205	„	Београд (35)	616	„
Беловар (32)	918	„	Вршац (23)	707	„
Брод н/Сави	760	„	Пожаревац	654	„
Сушак (44)	1618	„	Буково (Нег.)(25)	605	„
Сењ (27)	1331	„	Зајечар	577	„
Госпић (35)	1477	„	Крагујевац (27)	636	„
Сплит (24)	944	„	Ваљево (20)	711	„
Хвар (55)	787	„	Ужице (25)	834	„
Дубровник (33)	1455	„	Плевље (24)	775	„
Црквице (29)	4642	„	Врњци	668	„
Мостар (34)	1259	„	Ниш (26)	569	„
Ливно (21)	1372	„	Врање (24)	672	„
Купреш (21)	1335	„	Скопље (20)	505	„
Јајце (21)	936	„	Битољ (19)	677	„

Напомена. — Бројеви у загради значе године осматрања, на основу којих је добивена средња вредност талога.

Узгредно се овде додају подаци и о могућим количинама талога за извесно кратко време:

У месту Чера Пунџи (Индија) пало је 14 јула 1876 г. 1036 мм., а за пет узастопних дана 2896 мм.

У Ђенови (Италија) пало је 812 мм. 25 октобра 1822 г.

У Meidenhead-у (Енглеска) пало је 12 јула 1901 г. 92 мм. кише за 1 сат.

У Марсеју (Француска) пало је 1 октобра 1892 г. 150 мм. кише за 2 сата.

У месту Куртеаде Аргес (Румунија) пало је 7 јула 1889 г. 204 мм. кише за 20 минута.

У Вршцу је пало 100 мм. кише за 29 минута, 4 јуна 1901 године.

Још су забележене као максималне дневне количине кише у Црквицама 323, у Дубровнику 298, на Цетињу 281, на Ријеци 268 милиметара.

ГЛАВА V
ОПТИЧКЕ (СВЕТЛОСНЕ) ПОЈАВЕ У АТМОСФЕРИ

Појам и узрок оптичких појава. — Оптичке појаве у атмосфери су квалитативни и квантитативни резултат састава атмосфере и игре светлости у њој, у разним приликама. Ту је главна чињеница преламање, одбијање и расипање сунчеве*) светлости при сусрету разних материја из којих се састоји, или које поседује атмосфера.

Напред смо видели да се атмосфера састоји из мешавине разних гасова, разних продуката водене паре (капљица, кристалића леда), прашине итд. Уз то треба још имати у виду, да су молекули ваздуха (разних гасова) у непрестаном кретању (титрању) средњом брзином од око 500 м. у секунди и да при том чиње преко 300 милијарди отскока (титраја) такође у секунди (по Берже-у). Иначе пречник тих молекула износи један тримилионити део милиметра, а њихов број у кубном сантиметру прелази 20 милиона милијарди (такође по Берже-у).

Сунчева светлост, долазећи у атмосферу, на великим висинама сусреће само молекуле ваздуха, а у нижим слојевима и друге чврсте и течне материје. У томе сусрету њена се светлост мање или више расипа, према димензијама и природи делића које сусреће. Како се светлост сунчева састоји из спектра колорисаних зракова различитих таласних дужина**), који се не расипају у свакој средини подједнако, то се, при обасјавању разних материја у атмосфери појављују и разне, мање или више јасне, боје, које украшују атмосферу каткад и врло лепим сликама. Ове се боје јављају у различитим карактеристичним облицима и многим нијансама, што све опет зависи од природе и величине ваздушних материја које осветљавају сунчеви зраци. Све те бојадисане и уопште карактеристичне појаве у атмосфери, које се стварају под утицајем сунчеве светлости, зову се *оптичке појаве.* Најупадљивије међу њима су: *небеско плаветнило, разне боје сутона, дуга, хало, круг* или *венац* око Сунца или Месеца, *лажно сунце* и друге, о којима ће даље бити речи.

*) Под сунчевом светлошћу има се овде разумети и месечина као и светлост осталих планета, пошто је и то, посредно, сунчева светлост.

**) Таласне дужине боја спектра сунчеве светлости иду овим редом: љубичаста — индиго — плава — зелена — жута — наранџаста — црвена; прва има најкраће, а последња најдуже таласне дужине.

Осматрање оптичких појава има великог значаја у метеорологији, јер нам те појаве пружају податке о саставу атмосфере у слоју где се те појаве јављају. Многе оптичке појаве важе и као предзнаци будућег времена, те им се и с те стране посвећује нарочита пажња.

Небеско плаветнило. — Ако небо није застрто облацима, његова је боја, мање или више, изразито плава. Појава небеског плаветнила тумачи се тиме, што у високој атмосфери постоје само гасни молекили и веома сићушна зрнца прашине, на којима се преламају и расипају у много већој мери сунчеви зраци краћих, него они дужих таласних дужина. Зраци најкраћих таласа су љубичасти, индиго и плави. Ови последњи расипају се 16 пута више од црвених, који имају највеће таласне дужине. Стога на небу преовлађује плава боја и ова бива у толико јаснија, у колико је ваздух чистији, тј. у колико у њему има мање крупних делића: капљица, кристалића леда, прашине итд. Ако се број и димензије ових последњих, а нарочито течних капљица, повећају, онда не бива велике разлике у расипању зракова свих таласних дужина, те у том случају осваја бела светлост. Тада небо добија беличасту, па скоро и сасвим белу боју, тј. постаје такозвано *млечно небо.* Разуме се, да се при јачој кондензацији водене паре образују и облаци, који дају небу све нијансе од беле до врло мрачне боје.

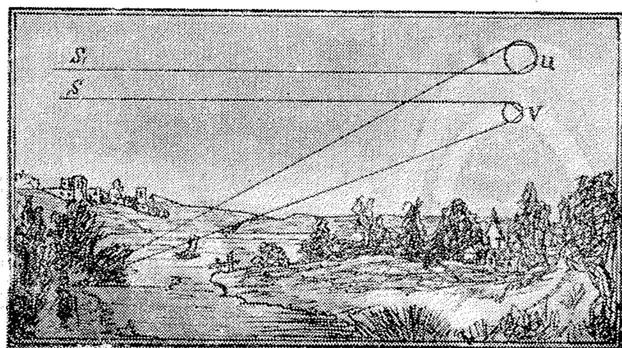
Плаветнило небеско је најјасније у зениту, тј. изнад главе осматрача, и то онда када је Сунце доста ниско.

Вечерње и јутарње црвенило. — Када је Сунце доста ниско, при заласку или изласку, као и неко време после заласка и пре излакска, небо бива обасјано пурпурно-црвеном, наранџастом или жутом, а каткад и жућкасто-зеленкастом бојом. Ово бојадисање неба поменутим бојама (дугачких таласа) долази отуда, што при ниском Сунцу зраци чине најдужи пут кроз атмосферу и у томе путу се раније истроше зраци кратких таласа, који иначе дају плаву боју.

Јачина боја вечерњег и јутарњег црвенила сразмерна

је броју и димензијама чврстих и течних материја, које се налазе у ниским слојевима ваздуха. Оне су нарочито јасне при дужем сувом и топлом времену, када у ваздуху има највише страних материја (прашине), и када је ваздух најбогатији апсолутном влагом. У овом последњем случају, при вечерњем хлађењу, лако се постиже засићеност ваздуха воденом паром и кондеизација течних капљица. Ове последње могу постојати у ваздуху и без образовање облака, а иначе оне највише преламају и расипају сунчеве зраке.

Уопште осматрање боја сутона пружа нам податке о саставу атмосфере, који су подаци драгоцени за прогностичке сврхе. Слој страних материја у атмосфери осетно спречава,



Сл. 73. — Дуга.

како загревење тако и ноћно хлађење земље. Знатно хладно лето 1912 године тумачи се тиме, што је те године вулкан Китмај (на Аљасци) избацио на велике висина огромне облаке прашине, која је образовала широк слој и тиме умањила топлотно дејство Сунца.

Дуга. — Дуга се јавља онда, када из неко. облака пада киша, а у исто време греје Сунце. Сунчани зраци преламају се на течним капљицама, и при том испољавају боје спектра као што то бива и при преламању на призми.

Боје дуге су правилно распоређене по реду таласних дужина: љубичаста, индиго, плава, зелена, жута, наранџаста и црвена, са љубичастом бојом унутра, а црвеном споља. Јасноћа боја сразмерна је величини кишних капљица, док се ширина појаса умањује са повећањем капљица.

Изнад првог лука дуге често се може видети још један такав лук, концентричан првоме, само већи од њега. Тај се лук зове: *велика дуга.* Код велике дуге боје су мање јасне и обратно поређане од реда боја код мале дуге: црвена унутра, љубичаста споља. Између ове две дуге небо је знатно мутније него на осталом простору.

Дешава се, али врло ретко, да се и у унутрашњости мале, као и изнад велике дуге, појави још по један, или само један једва уочљив лук, код кога се наизменично запажају само љубичаста и зелена боја. Ови се лукови зову *прекобројне дуге.*

Дуга се може видети само тада, ако се осматрач налази на простору између Сунца и облака који даје кишу, и то, на правој линији која везује Сунце и средиште круга, чији део чини лук дуге. Зато се дуга не може видети ако је Сунце знатно високо на небу. Чим се Сунце уздигне преко 42° над хоризонтом, цела мала дуга бива под хоризонтом. То исто бива и са великом дугом, када Сунце пређе 52°. Али ово важи само за осматраче у равним пределима, док се са великих висина (са ваздухоплова или са високих планинских врхова) дуга може видети у свако доба дана, јер уздигнут осматрач опет долази у напред речени повољан положај за осматрање дуге.

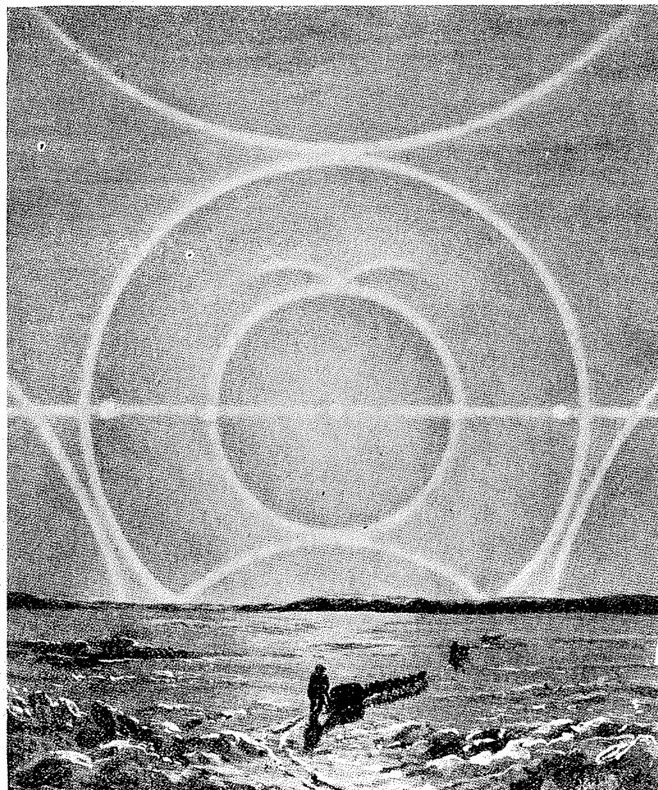
Месечеви зраци такође изазивају дугу, само је ова нејасна и више беличасте боје.

По народном веровању, појава дуге значи скори престанак кише. То је веровање и оправдано, јер, док греје Сунце, значи да је небо делимично ведро и да има много вероватноће да ће киша, која тренутно пада, престати. Само то не значи да кише уопште више неће бити, јер други облак може донети нову кишу. Али ипак дуга означава карактер времена који даје кишу на „махове", а то много значи за прогнозу времена. Затим помоћу дуге добивају се подаци о величини кишних капљица, о чему се опет закључује јачина пљуска Уопште узев, осматрање дуге даје драгоцене податке прогностичкој метеорологији.

Круг или венац око Сунца или Месеца. — Када се према Сунцу или Месецу налази врло разређен облак, који се састој из течних капљица, тада се зраци Сунца или Месеца преламају на капљицама и образују мале колорисане кругове око тих небеских тела. Ако су облачне капљице подједнаке величине, онда кругови имају исте боје као и дуга, и задржа-

вају исти распоред тј. љубичаста боја унутра, а црвена споља. У случају да су капљице неједнаких димензија, онда боје не бивају јасне, већ помешане и испреплетане. У том случају каткад и сами кругови буду нешто деформисани, а најчешће се јавља обичан *ореол* млечне боје.

Кругова око Сунца или Месеца бива највише два, а јасноћа њихових боја сразмерна је величини капљица. Величина пак круга обратно је сразмерна величини капљица. Отуда,



Сл. 74. — Хало у поларним пределима.*)

ако се капљице повећавају, пречник круга се смањује и обратно, *ако се капљице смањују, пречник круга расте.* Ови су подаци врло важни за претсказивања времена, јер ако се капљице облака повећавају, пре се може очекивати киша, него у обратном случају.

*) Из књиге L'Air од A. Berget-a.

Осматрање круга око Сунца голим оком тешко је изводљиво због јаке светлости, већ у ту сврху треба употребити очађено стакло, или вршити пројекцију круга на црном огледалу.

Круг се може добити и на обичном стаклу, ако се ово ороси воденом паром (дахом из уста) и кроз њега посматра светлост свеће.

Хало. — Када се облак који се састоји из ледених кристалића (најчешће циростратус или нека врста цируса) постави према Сунцу или Месецу, на њему се светлосни зраци преламају, одбијају и расипају тако, да се око Сунца или Месеца образују један до два великих колорисаних кругова, као и по неколико тангентних лукова (сл. 74). Све ове појаве назване су једним именом: *хало.*

Први круг око Сунца или Месеца зове се: *главни хало* и његов пречник износи 22°. Боје су овако поређане: црвена унутра, затим нејасна жута и једва мало уочљива зелена, а остале се не могу разликовати, већ изгледају беличасте и губе се у небеском плаветнилу.

Други круг је концентричан првоме, само је два пута већи од њега (45°); на њему се боје лакше разликују него на првоме, али имају мању јачину светлости. Овај се круг зове *велики хало.*

Средином оба хало-а виђа се каткад дугачка светла бразда, која хоризонтално сече оба круга. Ова се бразда зове: *линија сунца.*

На линији сунца, а на пресеку главног, или на простору између главног и великог хало-а, симетерично према Сунцу, виђају се неки пут светле жиже, које дају слику сунца. Ове се жиже зову *лажно сунце.* На лажном сунцу се разликују две боје: црвена до правог Сунца и зелена са спољне стране.

Осим напред поменутих светлосних појава, јављају се, било око главног, или око великог хало-а, извесни тангентни светли лукови, код којих је црвена боја увек окренута према Сунцу. Ове последње појаве ретко се виђају у нашим крајевима, а у поларној области оне су редовни пратилац хало-а.

Осматрање хало-а пружа нам податке о присуству високих снежних облака, који би каткад могли проћи незапажени, да се на њима не појављује хало. Ови су облаци, међутим, у највећем броју случајева претходници рђавог времена, нарочито кишног.

ГЛАВА VI
ЕЛЕКТРИЧНЕ ПОЈАВЕ У АТМОСФЕРИ

Атмосферски електрицитет. — Ваздух у својој маси садржи велику количину слободног електрицитета. Сув ваздух садржи мању, влажан већу, а облачне масе, нарочито оних облака који се састоје из течних капљица, садрже највећу количину електрицитета. Тако у ваздушном омотачу око земљине лопте постоји електрично поље у коме се врши електрични рад, било између појединих маса облака, или између ових и земље.

Мерења електрометром показују да електрични *потенцијал* расте са висином приближно око 100 волти на 1 метар. Тај се број узима и као средња вредност *електричног градијента**). Иначе, у летње доба градијент је слабији (75—100 волти), а у зимско јачи (140—180 волти). Пораст потенцијала је јак у ниским слојевима, а на висинама се умањује тако да на висини од 4—5 км. сасвим ишчезава. Од те висине па до око 9 км. потенцијал опада, а даље опет расте до око 16 км. Преко те границе потенцијал опет опада, али нова граница пâда још није позната, јер недостају даља мерења.

На висинама и при тихом времену површине једнаког потенцијала су хоризонталне и међусобно паралелне, док у приземљу и при бурном времену имају таласаст облик и бивају где-где знатно припијене једна уз другу, нарочито изнад високих објеката: дрвећа, торњева, брегова, планина итд. У овоме последњем случају и градијент добива врло високу вредност. Иначе електрично поље претрпљује непрестане промене, које зависе првенствено од састава атмосфере: облака, магле, прашине, дима, температуре, притиска, а нарочито од водених талога: кише, снега и града. Некад се при киши не изазивају никакве промене, а некад ове достижу и до $\pm$ 2.200 волти за 10 минута.

*) Електрични градијент је разлика у електричном потенцијалу у ваздуху на отстојању од 1 м.

Промене електричног поља имају своје дневне и годишње периоде. Дневне промене показују дуплу дневну осцилацију, аналогно дневном колебању атмосферског притиска; дневни минимум бива редовно око 4,30 часова, а максимум увече. Годишње промене имају изразит максимум у зиму, а минимум у лето, анологно годишњем току температуре ваздуха.

Извор атмосферског електрицитета. — Атмосфера прима електрицитет с једне стране од Земље, а са друге стране од Сунца и других звезда. Познато је да Земља садржи велику количину негативног електрицитета и да је овај распоређен по њеној површини, као и код сваког наелектрисаног тела лоптастог облика. Тако Земља тежи да свој негативни електрицитет одашиље ваздуху, а у накнаду да од овога привлачи позитивни електрицитет. Како ваздух није спроводник, то се ова размена електрицитета врши само при повољним за то атмосферским приликама. Повољне прилике за прелаз електрицитета од земље у атмосферу су: 1) дневно испаравање, при чему водена пара односи у атмосферу негативни електрицитет; 2) пад атмосферског притиска, при чему се изазива исисавање ваздуха из земљиних шупљина, пукотина, јама и уопште из јаруга, где је ваздух био интимно везан са земљом и примио њен електрицитет; 3) при подизању прашине, изнад топлих извора и при вулканским ерупцијама, такође се односе извесне количине земљиног електрицитета у атмосферу; 4) радио активне материје које се налазе у земљи својом радиацијом (зрацима „X“) шаљу извесну количину земљиног електрицитета у атмосферу. Обратни ток, тј. прелаз атмосферског електрицитета земљи, врши се при падању кише, снега и града. О наглој размени електрицитети између облака и земље биће даље засебно говора.

Сунце и друге звезде, због своје високе температуре и огромних поремећаја који на њима владају, присиљене су на зрачење, а тиме се односи и велика количина електрицитета, чији један део долази у нашу атмосферу. Херцови зраци омогућују спроводљивост горњих слојева атмосфере, образујући тзв. *јонизирани слој* на висини од 80—100 километара, који се у новије доба зове *јонисфера*. Овај слој игра велику улогу код кратких радио таласа, који се тамо преламају и делимично одбијају, као на конкавном огледалу, а на тај начин се омогућује њихова чујност и у најудаљенијим крајевима.

Јонизација и јони. — Утицајем електрицитета врши се тзв. *јонизација*, тј. растављање наелектрисаних гасних молекила у атоме или атомске групе, које су подједнако наелектрисане различитим електрицитетом. Тако у ваздуху постоје слободне, бескрајно ситне, електричне количине позитивног и негативног електрицитета које се зову *јони*. Степен јонизације цени се према броју јона у извесној запремини ваздуха. Јона има малих и великих. Малих има 600—800 у кубном сантиметру, а великих око 50 пута више, нарочито у градовима. Први се зову још и *електрони*, а други *протони*.

Кретање јона сачињава електричну струју. Протони су троми и крећу се хиљадама пута спорије од електрона, тако да први, због свога спорог кретања, скоро и не играју улогу у спроводљивости ваздуха.

Земља која је наелектрисана негативним електрицитетом, као што смо већ рекли, одбија негативне, а привлачи позитивне јоне. Отуда у ниским слојевима атмосфере има много више позитивног него негативног електрицитета.

Сунце пак (као и друге звезде) шаље земљи позитивни електрицитет, те се горњи слојеви атмосфере електришу само позитивним електрицитетом. Уз то још, ултраљубичасти Сунчеви зраци имају особину да својим утицајем измењују знак негативно наелектрисаних облака, тако, да цируси и горње површине других облака преко дана имају само позитивни електрицитет.

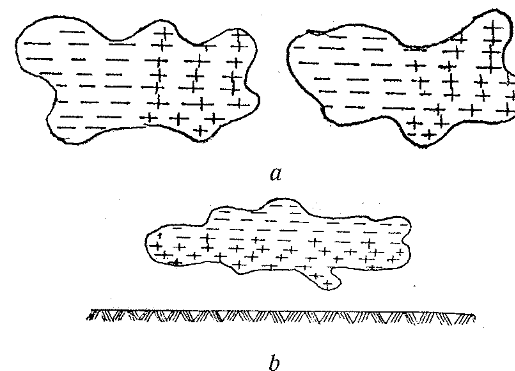
Из свега предњег излази закључак, да атмосфера садржи много већу количину позитивног, него негативног електрицитета.

Електрицитет код облака. — Ма да атмосфера поседује далеко већу количину позитивног него негативног електрицитета, ипак поједине облачне масе могу имати чак и у преимућству негативног електрицитета, јер се у великој већини случајева облаци стварају од водене паре, која долази непосредно са земље, и непосредно односи у ваздух земљин негативни електрицитет. Затим, кишне капљице се електришу позитивно и при падању односе земљи позитивни електрицитет, те каткад облак остаје само са негативним електрицитетом. Исто тако и разне ваздушне струје могу раставити облак тако, да у једној маси остане једна, а у другој друга врста електрицитета.

Иначе се електрицитет код облака распоређује као и код

сваког наелектрисаног тела: на једној страни се скупља позитивни, а на другој негативни електрицитет (сл. 75). Када се облаци приближују један другоме онда се међусобно привлаче наелектрисане масе супротног знака, док се одбијају масе истог знака (сл. 75*a*). Ако се облак налази у близини земље, позитивни електрицитет заузима доњи, а негативни горњи део облака (сл. 75*b*).

Муња (севање). — Када се два облака, наелектрисана супротним електрицитетом, приближују један другоме, или када је облак близу земље, електрични напон изазива велику



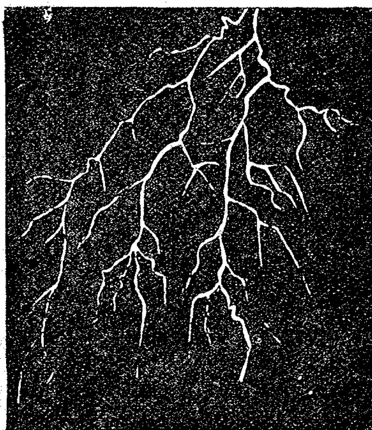
Сл. 75. — Распоред електрицитета код облака.

разлику потенцијала, због отпора међупросторног ваздуха, и, у циљу изједначења, производи се тзв. *пражњење* електрицитета између тих облака, или између облака и земље. Пражњење се врши на махове и при томе се изазивају дугачке електричне варнице (искре) које зовемо *муња*. Муња је најчешће кривудава, више неправилно изломљена линија или сноп тих линија (сл. 76*a* и *b*). Каткад се јавља и у виду низа перли, или у виду луче (блесак на облаку).

Облик муње зависи од спроводљивости ваздуха кроз који се врше пражњење. Дужина муње и њено трајање разликују се уопште према јачини електричног напона, а нарочито према случају: да ли се пражњење врши између облака или између облака и земље. У првом случају њена дужина бива и до 12 километара, а трајање до једне секунде, а у другом: дужина не прелази два до три километра, а трајање 0,4 секунде. Ширина светлосног трага муње износи највише 10 м. Муња се може видети на даљини до 200 километара. Јачина муње креће

се између 10.000 и 20.000 ампера. По Теплеру распон муње од 2 км. даје 50—100 милиона волти.

Грмљавина. — Као што је и свака електрична варница праћена праском, тако је и муња грмљавином. Грмљавину производи нагло ширење загрејаног ваздуха услед проласка муње. Ту електрицитет — механички, неком врстом експлозије — раздваја ваздух, чинећи неку врсту канала, а потом се се ваздух поново спаја Ако се пражњење производи у близини, звук је кратак, крт, пуцкетав, као експлозија бомбе, често тресе, а каткад и избија прозоре, док се на даљини чује само као котрљање бурета.



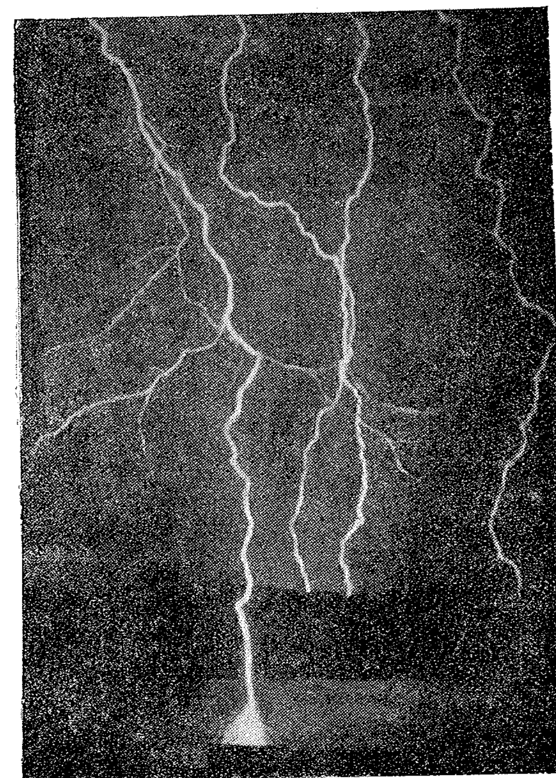
Сл. 76*a*. - Муња.

Светлост муње и грмљавина не јављају се у исто време, пошто прва има далеко већу брзину простирања од друге. Севање без грмљавине значи далеку мују, одакле звук не допире, пошто човек даље види него чује.

Гром. — Електрично пражњење између облака и земље оличено муњом, која спаја облак са земљом, и грмљавином, зове се гром. Гром се јавља онда, када је олујни облак доста ниско, најчешће испод 1.500 метара. Појаву грома потпомажу високи објекти: куће, дрвеће, метални стубови итд. и управо они привлаче себи гром. Калориски ефекат грома је врло велики и у толико већи, у колико је тело које гром прима слабији спроводник електрицитета. Отуда наступају деформације спроводника, топљење метала, паљење дрвета итд. Међу

дрвећем топола и храст су најбољи спроводници елетрицитета. Иначе код сваког дрвета лика и срж су главни спроводници електрицитета због своје водњикавости. Због тога дрво најчешће бива или само огуљено, или расцепљено.

Енергија грома цени се по сагоревању спроводника. Она износи око 100.000 ампера. Познато је пак, да електрични напон од 1,100.000 волти може дати варнцу од највише 2,5 м.



Сл. 76*b*. — Гром.

Онда се и нехотично намеће питање: колики електрични напон одговара муњи, чија дужина износи десетак километара? Ако се још узме учестаност муња и њихово јављање у свима крајевима, онда се долази до закључка, да у атмосфери постоје невероватно огромне количине електрицитета. Према статистици на целој земљиној лопти се јавља толико муња,

да њихов број износи око 100 у секунди. Из тога се изводи закључак, да се електричним пражњењем троши у свакој секунди око милијарде киловата, а то је, по Берже-у, само 1/10.000 део од количине коју Земља прима од Сунца у виду топлоте.

Муња, грмљавина и гром су чланови олује. (Види „Олује„ у IV делу ове књиге — Глава III).

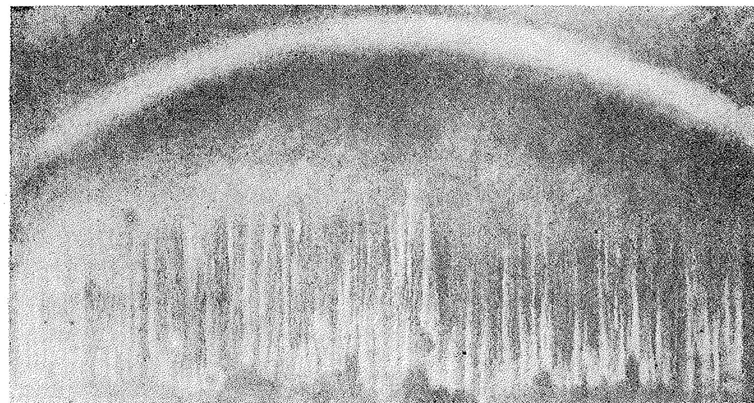
Атмосферски паразити. — Поред напред поменутих упадљивих електричних појава (муње, грмљавине, грома) у атмосфери постоје и безбројни електромагнетски поремећаји, који нису приметни за наша чула, а које нарочито добро открива радиотелеграфија, односно радиотелефонија. То су такође извесна електрична пражњења, малих и веома малих размера, или пак далека грмљавина. Ове електричне појаве зову се: *атмосферски паразити.*

Атмосферске паразите највише изазива вертикална нестабилност атмосфере, а нарочито успона кретања ваздуха. При мирном антициклонском времену појава паразита је минимална, а при бурном, а нарочито олујном времену (код фронтова, локалних олуја и пешчаних олуја) ови су у највећој активности. У главном њихова јачина, променљивост и честина зависе од: циклонских фронтова, појава олује, орографских и топографских прилика, географске ширине, доба године и дана и многих других локалних и космичких услова. Испред хладног фронта паразити имају кратак и пуцкетав, а после овога продужен и потмуо звук у радио примачу. Олујни облаци, због богатства у електрицитету и вертикалне нестабилности, имају највише услова за електрична пражњења и изазивање атмосферских паразита. Планине и узвишења, због јачег електричног напона, такође фаворизирају стварања паразита. У погледу географске ширине нађено је, да јачина паразита расте са опадањем географске ширине. Иначе их има у истој мери и на копну и на мору. У летње доба, и уопште у топле дане, атмосферски паразити показују далеко већу активност него у зимско доба и у хладније дане.

Испитивања атмосферских паразита са метеоролошког гледишта тек су у повоју и још није довољно проучена њихова веза са временским приликама у прогностичком смислу.

Поларна светлост. — Сунчев електрицитет, тзв. *електрична прашина* (електрони), под утицајем магнетских полова

Земље, долази Земљи двема скоро кружним линијама, које окружују полове. Сусрећући високе слојеве атмосфере, та се електрична прашина расипа и изазива фосфорску светлост на великим висинама, која се зове *поларна светлост* (сл. 77). Поларна светлост има облик лука, појаса, реса или завеса. Својом дужином лежи нормално на подневке, тј. један крак је окренут у правцу запада, а други у правцу истока. Доња је граница јаснија од горње, а цео лук има пругасту структуру.



Сл. 77. — Поларна светлост.

Боја је најчешће бела, а могу се каткад разликовати и ове три боје: на доњем делу *црвенкаста*, на средњем *жућкаста*, а на горњем *зеленкаста*. Висина доњег дела поларне светлости креће се између 85—170 км., а горњег између 300—750 километара.

Поларна светлост се врло ретко запажа у Средњој Европи, а често на географској ширини од 70°. Јачина и честина појаве поларне светлости сразмерна је броју и честини пега на Сунцу. Када ових последњих има највише, тада је поларна светлост најјаснија. Поларна светлост се обично појављује после два дана од појаве пега на Сунцу. Она је јаснија у првој половини ноћи него после поноћи. Број њене појаве креће се око 100 годишње.

ДЕО ЧЕТВРТИ

Атмосферски поремећаји
или
временске појаве.

ГЛАВА I

ЦИКЛОНИ ИЛИ ДЕПРЕСИЈЕ*)

О временским појавама уопште. — У предња три дела изложили смо у главном све метеоролошке елементе, а сада ћемо прећи на излагање појединих сложених временских појава, као синтезе многих метеоролошких елемената. И у ранијим излагањима ми смо се где-где дотицали појединих временских појава, али само у толико, колико је то било потребно да се дотични елементи боље схвате, истакну, или да се прикаже њихова посебна примена. Раније смо се дакле бавили више физичким тумачењима метеоролошких елемената у ужем смислу, а сада ћемо се бавити више динамичким тумачењем временских појава, као метеоролошких елемената у ширем смислу.

Временске појаве су многобројне и веома неодређених облика, те је врло тешко дати свакој одговарајућу дефиницију, одредити јој облик и тачну границу (у времену и простору) и најзад дати свакој одговарајуће народно (популарно) име. Затим, изналажење узрока постанка сваке временске појаве, проучавање услова њеног развитка, интензитета и ефекта у разним крајевима, као и услова ишчезнућа, преставља и данас врло крупне проблеме метеорологије.

Али ипак то не значи да је данашње стање науке на ни-

*) Реч „циклон“ долази од грчке речи: „Kyklos“ = круг (кружно струјање), а „депресија“ од латинске речи: „deprimere“ = попустити, олабавити (попуштање притиска). Обе речи у метеорологији имају исто значење и употребљавају се наизменично као синоними. Постоји пак тежња да се речју „циклон“ називају изразитије и правилније појаве, а речју „депресија“ оне мање изразите и неправилнијих облика.

ском ступњу. Напротив, резултати до којих је метеорологија до сада дошла врло су завидни и у великој мери задовољавајући. Синоптичка метода проучавања временских појава нарочито је дала изврсне резултате. Ова се метода састоји у прикупљању метеоролошких података од што већег броја метеоролошких станица и са што већих земаљских површина. Помоћу нарочитих знакова*) подаци се уносе у нарочите карте зване: *синоптичке карте* (сл. 78). На тим картама добивају се синтетичке слике метеоролошких елемената и временске појаве тиме добивају рељеф, конфигурацију, као што се рељеф земљишта приказује на географској карти. Тако се у неку руку временске појаве материјализују, обухвата се њихово распростирање и омогућава проучавање њихова састава, интензитета и ефекта. Тиме постаје лако и упоређивање разних временских типова, као и праћење кретања разних појава. Тако је метеорологија овим синоптичким начином проучавања временских појава постигла боље резултате за последњих двадесетак година, него свима другим начинима за сва ранија времена.

Врхунац садашњег савршенства науке о времену оличен је нарочито недавно објављеним делима норвешке школе**) са В. Бјеркнесом на челу, чији су нови појмови прихваћени у целом свету и којима су прожети данас сви метеоролошки уџбеници. Ми ћемо мало даље изнети суштину тих модерних концепција.

У главном постоје две главне атмосферске формације које карактеришу време и које обухватају све друге облике и нијансе временских прилика. То су *циклон* или *депресија*, и *антициклон*. Прва је знатно сложенија и важи као носилац *ружног времена*; друга је стабилнија и важи као носилац *лепог времена*.

Уз циклоне и антициклоне иде читав низ *секундарних* или *пропратних појава*, које ћемо даље изложити уз прве.

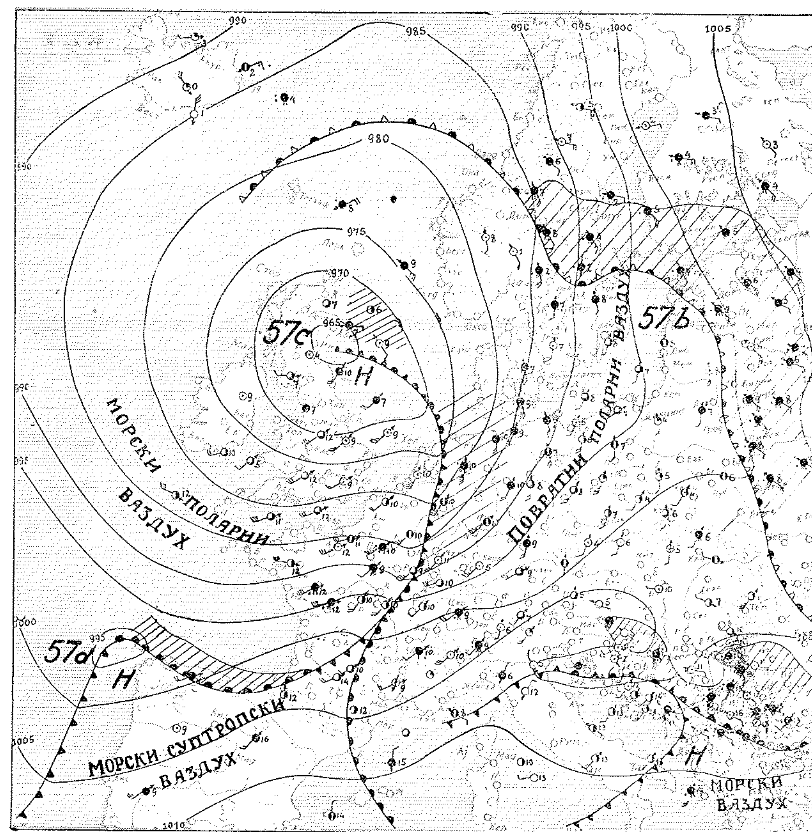
Засебну групу пропратних појава чине *олује* и *вихори*, којима ћемо даље посветити засебну главу.

Појам и опште особине циклона. — Циклон је бурна и врло сложена временска појава у виду ваздушног вртлога великих димензија. Ветар је у циклону јак и у главном кружи

*) Види таблицу знакова на крају књиге.

**) Види дела В. и Ј. Бјеркнеса на крају књиге.

у супротном смеру сказаљке на часовнику на северној, а у смеру сказаљке на јужној полулопти. Притисак је најнижи у средишту вртлога или у његовој близини. То место најнижег притиска зове се *минимум* или *барометарски минимум*. Минимум се сматра као средиште циклона, ма да се често не налази у његовом геометриском средишту. Око минимума изо-



Сл. 78. — Циклон над Европом од 11 новембра 1931 г. у 7 часова.

баре се затварају у виду мање или више правилних и концентричних кругова, заузимајући тако цео простор ниског притиска. Северни део циклона обично има правилније изобаре, док су на јужном делу ове више вијугаве и где-где изломљене, нарочито дуж топлог, хладног и оклузованог фронта, о чему ћемо даље говорити.

На слици 78 види се циклон од 11 новембра 1931 г., који

је типични пример најчешћих европских циклона. Посматрајући ту слику видимо, да изобаре имају велику сличност изохипсама (хоризонталама) на географској карти, које претстављају удубљено (конкавно) земљиште. У пределима где су изобаре чешће, ту су разлике у притиску веће, као што и на географској карти честе изохипсе означују већу стрмину земљишта. Већој разлици притиска одговара јачи, а мањој слабији ветар, аналогно брзини река које теку низ пределе различитог нагиба. Затим ветар је правилнији тамо где су изобаре правилнијег облика, а неправилан тамо где су ове кривудаве и изломљене. Ближе о овом циклону на слици 78 види даље: „Оклузовани циклон“ и „Низови циклона“.

Димензије циклона су врло различите, али обично сваки циклон има по неколико стотина километара у пречнику. Каткад циклон захвата и читаву Европу.

Јачина (снажност) циклона цени се према разлици притиска између средишта и руба. У колико је ова разлика већа, у толико је циклон снажнији и у толико је време код њега бурније. Овај појам јачине циклона изражава се апсолутном вредношћу атмосферског притиска у средишту циклона. Каже се да је циклон *дубок*, ако је притисак у средишту знатно низак и обратно да је *слаб*, ако притисак није знатно низак.

Јачина циклона цени се и вредношћу барометарског градијента. Јаком градијенту одговара јак, а слабом слаб ветар (види стр. 73).

Типови циклона. — Циклони се деле на ова три типа:

a) *Покретни (путујући) циклон умереног појаса.*

b) *Стационарни (смирени) циклон умереног појаса.*

c) *Тропски циклон.*

О сваком од ових типова биће даље засебно речи, а овде ћемо истаћи само некоје њихове заједничке особине.

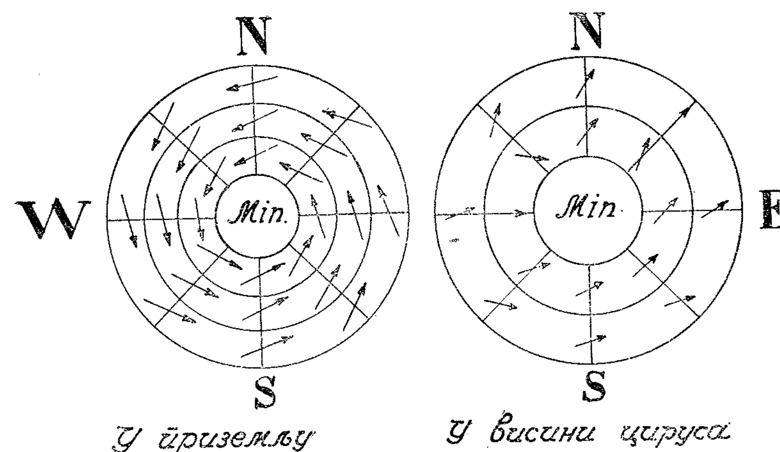
Скретање ветра. Код циклона типа *b* и *c* као и код завршних фаза типа *a* (оклузовани циклони), постоји у приземљу изразито скретање (конвергирање) ветра према минимуму. Код почетних фаза типа *a* (активни циклон) та скретања нису изразита, већ ветар у главном следује пут топлог и хладног фронта*) на јужном, а кружи по изобарама на северном делу циклона.

У приземљу циклона конвергирајуће струје чине мањи угао према градијенту; на средњим висинама ове струје круже по изобарама, а у горњем делу дивергирају. Сл. 79 приказује просечно скретење ветра у приземљу и у висини цируса.

*) Види даље „топли“ и „хладни фронт“.

Успоне струје. Код сваког циклона постоје успона ваздушна кретања, која су често и врло моћна. Код циклона типа *b* и *c*, као и код умирућих циклона типа *a*, та успона кретања бивају око средишта, док код млађих циклона типа *a* она се јављају дуж тзв. фронтова: топлог, хладног, оклузованог и секундарног — о којима ће мало даље бити речи.

Температура. Јужни и источни квадранти циклона увек су топлији од северног и западног. Најхладнији је западни квадрант.

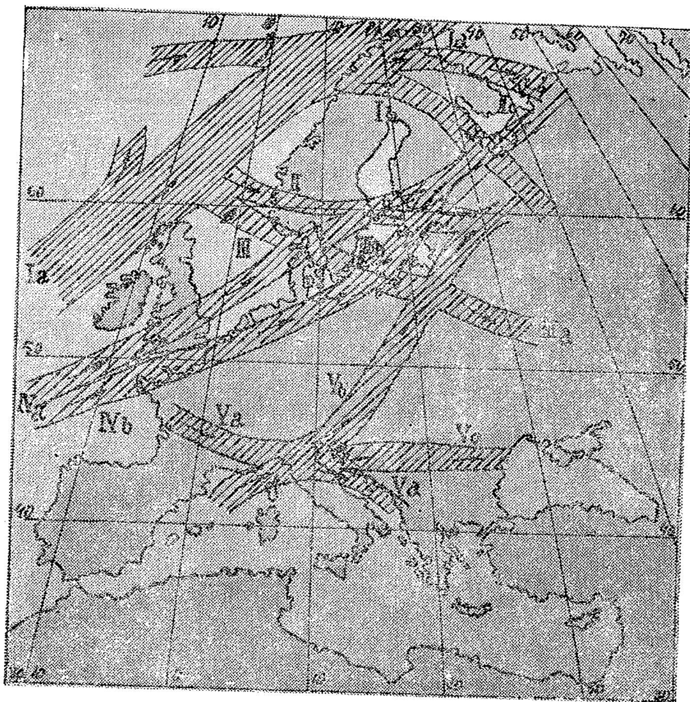


Сл. 79. — Скретање ветра у циклону (по Хилдебрансону).

Време. Циклони су познати као носиоци ружног времена које се приписује успоном ваздушном кретању. Преовлађује време кишно и ветровито. Главна количина талога пада на десној половини циклона, гледајући у правцу кретања.

Правац и брзина кретања циклона. — Преовлађујући правац кретања циклона је запад — исток. Доста често циклони иду у правцу североистока или југоистока, врло ретко у правцу севера или југа, а никад у правцу запада. Они се не крећу у правој линији већ више у цик-цак, што зависи од теренских услова. Водене површине и ниски влажни предели дају добре услове за кретање циклона, док су планински предели и суве области неповољни. Топли ваздух и влага су главни чиниоци за развитак и одржавање циклона.

Правац и брзина кретања циклона цени се према померању минимума. То се запажа упоређењем двеју или више узастопних синоптичких карата. Обично се место минимума на новој, не поклапа са оним на старој карти. Положај нове тачке минимума према старој означује правац кретања циклона, а размак између тих тачака, подељен јединицом времена, даје брзину кретања. Линија која спаја два или више узастопних минимума зове се *пут* или *путања* циклона.



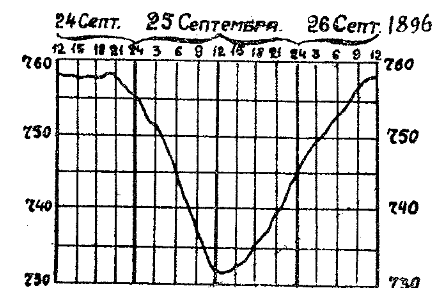
Сл. 80. Путеви циклона (по Ван Беберу)

Брзина кретања циклона је врло променљива и, не само да је код два или више циклона различита, већ је и код једног истог нестална. Циклони у путу често застајкују, па се понегде и дуже задржавају, и опет настављају пут, док не ишчезну. Циклони који се у истом месту образују и ишчезну, спадају у реткост.

Слика 80 показује најчешће путеве циклона у Европи по Ван Беберу, који је ову слику израдио на основи петнаестогодишњих података о кретању циклона (1875 — 1890).

Ширина уцртаних путева сразмерна је броју циклона који су туда прошли у реченом времену. Стрелице означују смер кретања циклона. За Јужну Европу најважнији је пут V*a*, који иде од Бискајског на Ђеновски Залив и даље на северни део Јадранског Мора.

Од Јадранског Мора рачвају се три крака: V*b* преко Мађарске прелази на Пољску, V*c* долином Саве и Дунава иде на Црно Море и V*d* источном обалом Јадранског Мора, па преко Грчке, иде на Јегејско Море.



Сл 81. - Кретање барографа за време прелаза циклона.

Наступање циклона указује се падањем барометра и појавом високих облака. Падање барометра сразмерно је брзини наступања и дубини депресије. Оно је још у зависности и од положаја барометра према путањи циклона. Најјачи пад бива ако се барометар налази на линији путање. У колико је барометар удаљенији од те линије, у толико се пад притиска код њега слабије осећа.

Линија минимума притиска је она линија, која сече циклон преко средишта приближно правцем север-југ. На јужној страни циклона ова је линија врло нестална и бива знатних отступања од линије север-југ и то: према западу код младих (активних), а према истоку код старих (оклузованих) циклона. Барометри показују пад притиска само до доласка те линије, а потом расту. На барографу се тада оцртава крива линија, као што приказује слика 81. Изразитије кривине бивају у близини минимума, а слабије на већем удаљењу, као што смо то мало пре напоменули. У тренутку пролаза јужног дела линије минимума, барограф обично чини нагли скок, који се зове *олујни скок*.

У погледу распореда и кретања облака код циклона види одељак „Облачни системи“ (стр. 130).

Теорија поларног фронта. — Последњих година, управо од краја рата па наовамо, појавила се и веома развила једна нова теорија тзв. *теорија поларног фронта* или *„фрон-*

тологија“, која је открила нове видике у посматрању и проучавању временских појава и дала нове појмове о њиховом постанку, структури и еволуцији.

Творац теорије поларнога фронта, као што смо већ рекли, је чувена Норвешка школа у Бергену, са В. Бјеркнесом на челу. Али идеја фронтологије потиче још од Хелмхолца, који је први, чисто математичким путем (1889), доказао постојање ваздушних граница између различитих ваздушних маса, њихово међусобно трење и могућност стварања временских поремећаја на тој граници. Аустриски научник Маргулес проучавањем енергије ј ких ветрова знатно је проширио Хелмхолцову идеју, а Екснер је поставио и своју теорију о постанку циклона на тој основи.

Бјеркнесова теорија дала је, изгледа, последњу реч генијалној замисли Хелмхолца и она данас претставља врхунац успеха науке о времену.

Она се, поред веома задовољавајућег поклапања са стварном еволуцијом времена, коју еволуцију открива синоптичка метеорологија*), одликује још и великом јасноћом, сликовитошћу и пластичношћу тумачења нових појмова о постанку, структури и еволуцији временских појава. Само и она, као и свака теорија нове основе, намеће нову терминологију, са којом се ми у Југославији тешко уживљујемо, јер је код нас, на жалост, и ранија метеоролошка терминологија имала врло узан круг.

У својој суштини Бјеркнесова теорија поларног фронта стоји на чисто динамичкој основи и њена је битна страна: *проучавање међусобног односа додирујућих ваздушних маса, неједнаких физичких и динамичких особина, и ефекта тога односа на временске прилике места, где се те масе сукобљавају, додирују или мимоилазе.* Из овога третирања састоји се и цела зграда „фронтологије“, па је и њено име постало из појма тих додира, или фронтова, између ваздушних маса различитих својстава.

Своју теорију поларног фронта Бјеркнес је засновао на општој атмосферској циркулацији. Енергију за ову циркулацију

*) Синоптичком метеорологијом назива се синоптичка метода проучавања временских прилика, која се састоји у прикупљању метеоролошких података од што већег броја метеоролошких станица, у изради метеоролошких карата и у студији времена по тим картама.

даје, као што је познато, она огромна разлика у температури између екватора и полова. Топли ваздух са екватора, као лакши, упућује се висинама према половима, а хладни из поларних области, као тежи, приземљем према екватору. Али Земљино обртање и природа Земљина тла веома компликују та ваздушна кретања и отуда на Земљиној лопти постоје разноврсна ваздушна струјања. Међу овима се ипак одликују четири главна струјна система: *пасати, антипасати, тропске струје и поларне струје*, које су све шематски приказане на сл. 82. Ми смо већ говорили о овим струјним системима на стр. 79, али ћемо их и овде ради потпуности само укратко поменути.

Пасати су приземни ветрови у главном североисточног правца, који дувају од 30⁰ г. ш. до екватора.

Антипасати су висински ветрови у главном југозападног правца, који дувају од екватора до 30⁰ г. ш.

Тропске струје чине топли приземни ветрови у главном југозападног и скоро западног правца, који владају на простору између 30⁰ и 60⁰ г. ш. и висински ветар од 60⁰ па према вишим ширинама (према полу).

Поларне струје чине приземни ветрови од пола па до око 60⁰ г. ш., који тако образују калоту хладног ваздуха око пола.

Сви се ови ветрови међусобно веома разликују по својим физичким својствима: температури, влази, структури, проводности ваздуха итд. Због тога се при сукобу или додиру једних са другима, на додирној, односно граничној површини, изазивају разни атмосферски поремећаји које ћемо мало даље објаснити.

Пошто на време у Европи утичу непосредно само поларне и тропске струје, то ћемо овде само њих узети у ближе расматрање. Иначе модерна метеорологија обраћа нарочиту пажњу физичким и динамичким својствима ваздуха, који улази у игру, и захтева њихову детаљну анализу. Уз ово се намеће и читав низ нових појмова и дефиниција које следују.

Поларни ваздух. — Битне особине поларног ваздуха су: ниска температура, слаба апсолутна влажност, јак вертикални термички градијент (средње опадање 0⁰,6 до 0⁰,7 на 100 метара), добра видљивост, мала количина прашине и мали број великих јона. Затим, поларни ваздух садржи велику електромагнетску активност (атмосферске паразите), која се повећава

са спуштањем поларног ваздуха у ниже географске ширине и са наступом топлијег доба. Поларни ваздух има увек нижу температуру од температуре воде на површини мора.

Поларни ваздух када се креће према југу, наилази на топлију подлогу и загрева се оздо, што производи његову *нестабилност*: вертикална струјања, турбуленцију и стварање облака кумулуса и кумулонимбуса. Отуда је поларни ваздух медиум за стварање тзв. *локалних олуја* са грмљавином, јаким пљусковима кише, а каткад и са градом.

Према изменама које поларни ваздух претрпљује, било у месту или за време кретања, разликују се у главном ове четири врсте:

1) *Морски поларни ваздух*, који се, прелазећи изнад топлих морских површина, загрејао и напунио влагом, те је отуда постао склон за издашније водене талоге.

2) *Повратни поларни ваздух*, који се, кружећи око циклона или антициклона, поново враћа у северније крајеве, али будући сув, нема својства тропског ваздуха.

3) *Континентални поларни ваздух*, који стално стоји над континентом те се у зиму хлади, а у лето загрева. У овом последњем случају склон је олујама.

4) *Збијени поларни ваздух*, који дуже време остаје над континентом па се сабија (компримира) и лагано спушта земљи. У том процесу он се загрева озго, наниже, и тиме ствара термичке инверсије.

У последње време, како поларни тако и тропски ваздух, рашчлањавају се на толико врста, колико постоји истакнутијих климатских предела. Тако се употребљавају ови називи: „арктички ваздух", „субарктички копнени", „субарктички морски", „степски", „континентални топли", „континентални хладни". „квази тропски", „суптропски морски", „суптропски копнени", „сахарски", „медитерански" итд.

Тропски*) ваздух. — Особине тропског ваздуха су: висока температура, велика влажност, слаб вертикални термички градијент (средње опадање 0,4 на 100 метара), видљивост слаба, велика количина прашине и великих јона. Он увек садржи електромагнетских паразита. У своме кретању према северу, тропски ваздух обично наилази на земаљске

*) Може се рећи и „суптропски", пошто у наше пределе долази ваздух од суптропских калма.

површине ниже температуре од своје, па се хлади оздо и постаје *стабилнији*. Јаче хлађење изазива стварање облака стратуса и стратокумулуса, а каткад и магле. Иначе, ако тропски ваздух није присиљен да се нагло уздиже и хлади, он подржава ведро време. Између разних маса тропског ваздуха нема велике разлике у физичким својствима, али се ипак разликује *морски суптропски ваздух* од *континенталног суптропског ваздуха*. Први је мање топао, а веома влажан, док је други врло врућ, а оскудан у воденој пари.

Температура тропског ваздуха је увек виша од температуре воде на мору.

Дисконтинуитетне (раздвојене) површине. — Додирна површина између двеју ваздушних маса различитог порекла и особина зове се *дисконтинуитетна* или *раздвојна површина*. То у ствари није нека геометриска површина, већ прелазни слој ваздуха између двеју ваздушних маса различитих физичких и динамичких особина. Свака дисконтинуитетна површина је нагнута од хладне ваздушне масе према топлој, јер је хладни ваздух тежи, па заузима положај клина испод топлог ваздуха као што се види на сл. 85 и 87.

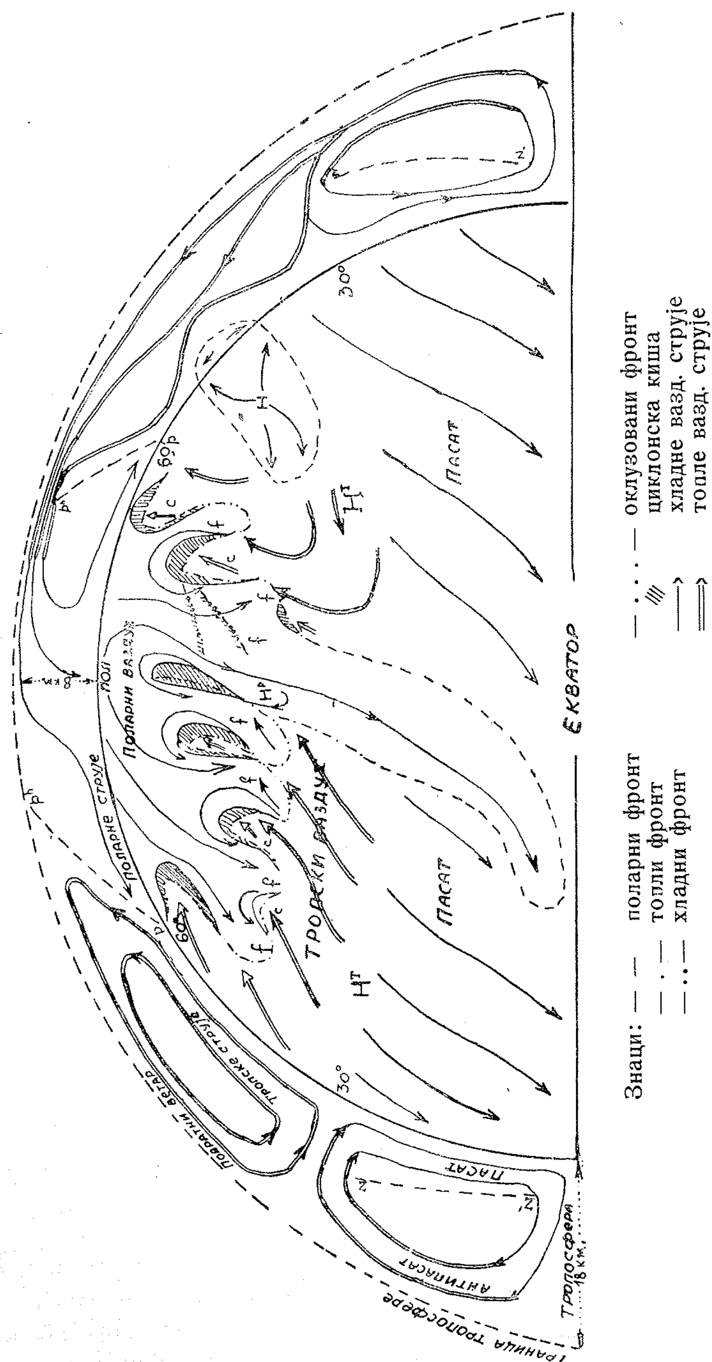
На северној полулопти постоје две сталне дисконтинуитетне површине:

1) *Раздвојна површина у слободној атмосфери између пасата и антипасата* (сл. 82 Z — — Z'). Она је врло мало нагнута од 30° г. ш. према екватору.

2) *Површина поларног фронта* или раздвојна (додирна) површина у слободној атмосфери између поларних и тропских струја. Она сече земљину површину око 60° г. ш. и уздиже се према полу нагибом од око 1% (сл. 82 p — — p^h).

Дисконтинуитетне линије (фронтови). — Линија којом дисконтинуитетна површина у слободној атмосфери сече земљину површину зове се *дисконтинуитетна линија*. То је управо гранична линија на земљиној површини између двеју ваздушних маса различитих својстава. Дисконтинуитетне линије зову се још и *фронтови: поларни фронт, хладни фронт, топли фронт* итд.

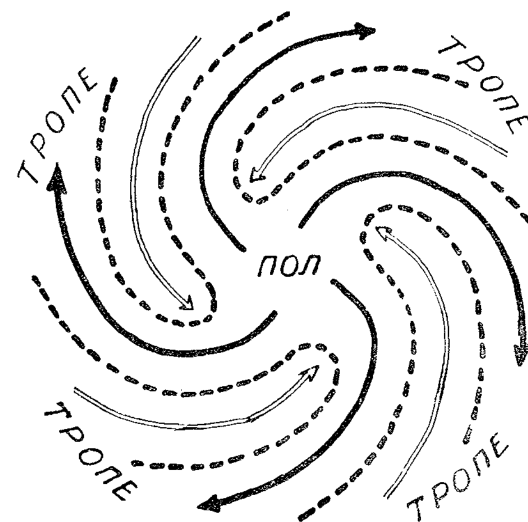
Поларни фронт. — Дисконтинуитетна линија између поларних и тропских струја зове се *поларни фронт*. То је линија којом површина поларног фронта сече земљину површину. Она је таласасто кривудава и раздваја све језике



Сл. 82. — Шема ваздушних струја на северној полулопти (по Бјеркнесу).

(таласе, секторе) поларних и тропских струја, који се виде на сл. 82 (р— —р).

Изналажење поларног фронта на синоптичкој карти по правилу се врши изналажењем термичког дисконтинуитета, који мора бити врло изразит у пољу ветрова. У случају пак да поларни ваздух дуго путује преко топлих површина, онда се он јако загрева и добива температуру тропског ваздуха, тако да граница између њих постаје тешко уочљива, па чак и ишчезава. У овом последњем случају треба испитивати путање ранијих кретања ваздушних маса и тиме одредити поларни фронт.



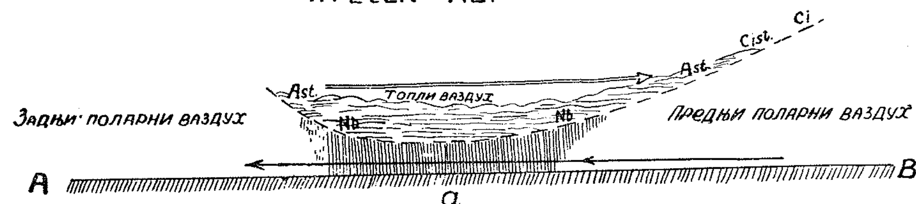
Сл. 83. Језици хладног и топлог вадуха.

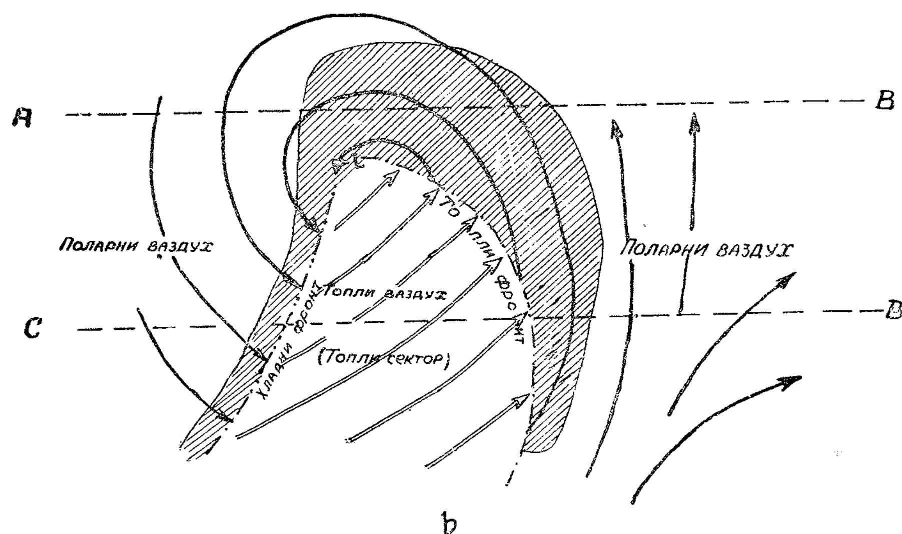
Топли и хладни сектори. — Због повремених мањих или јачих навала поларног ваздуха према југу и тропског ваздуха према северу наступа таласање (ондулација) површине поларног фронта. Хладне ваздушне масе поларног ваздуха упадају у виду језика у топлу струју тропског ваздуха, а топле ваздушне масе упадају према северу између језика хладног ваздуха (сл. 83.) Тако поларни фронт постаје вијугава линија, граничећи језике поларног и тропског ваздуха. Језици тропског ваздуха зову се *топли сектори*, а они поларног ваздуха ***хладни сектори***. На првима се образују депресије, а на другима антициклони, као што ћемо то даље изложити.

Образовани сектори или језици топлог и хладног ваздуха крећу се од запада према истоку.

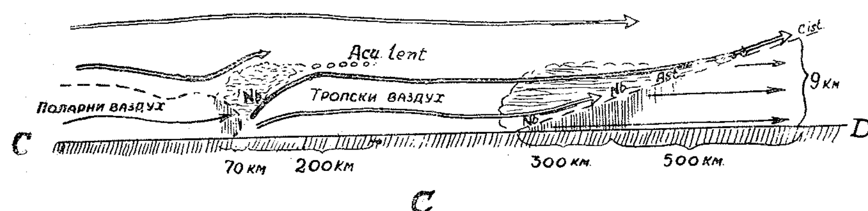
Топли фронт. — Део поларног фронта или дисконтинуитетна линија која раздваја хладне и топле ваздушне масе са источне стране топлог сектора зове се *топли фронт* (сл. 84).

ПРЕСЕК АВ.





ПРЕСЕК CD

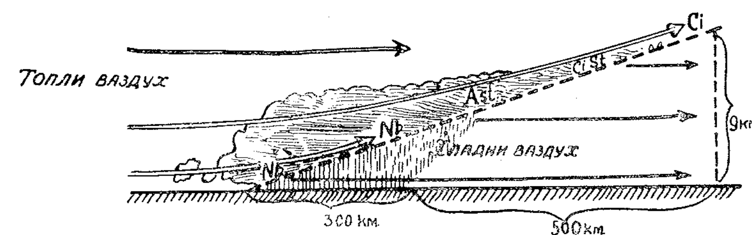


Сл. 84. Шема активног (идеалног) циклона.

a) вертикални пресек северно од средишта (A—B).
c) вертикални пресек јужно од средишта (C—D).

Испред топлог фронта хладни ваздух лежи у виду положеног клина, под нагибом око 1%, а топли ваздух надилази над њега — уздиже се. Тада између ваздушних маса хладног и и топлог ваздуха постоји нагнута дисконтинуитетна површина, која се зове *дисконтинуитетна површина топлог фронта.* Дуж ове површине топли ваздух се уздиже, као што приказује сл. 85. Уздизање топлог ваздуха дуж дисконтинуитетне површине топлог фронта има за последицу: *адиабатско хлађење топлог ваздуха* и *стварање водених талога.*

Под реченим нагибом (1%) дисконтинуитетна површина топлог фронта широким појасом простире се у даљину чак и до око 800 километара, уздижући се на крајњој тачци до око 9 км. (слика 85). Дуж ове површине следују се следеће



Сл. 85. Дисконтинуитетна површина топлог фронта. (Топли ваздух напада хладни ваздух)

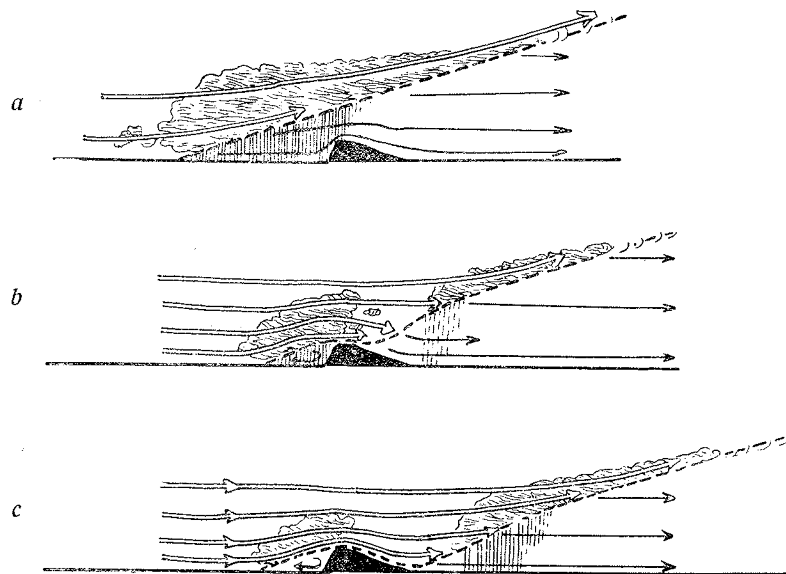
врсте облака: *цируси, циростратуси, алтостратуси* и *нимбостратуси* (нимбуси) као што и слика 85 приказује.

Кишна зона шири се просечно око 300 км. испред топлог фронта.

Прелаз топлог фронта преко планине. — Ако топли фронт прелази преко неког планинског венца, временске прилике се компликују. Дисконтинуитетна површина, која иначе има слабији нагиб него што је нагиб планине додирује ову пре доласка топлог фронта (сл. 86). На тај начин испред планине бива задржана извесна маса хладног ваздуха, која, као тежа, остаје непомична ту где је. Према томе, доњи део дисконтинуитетне површине топлог фронта остаје такође непомичан и киша на томе делу продужује да пада дуже време, а горњи део продужује даљи пут преко планинског венца (сл. 86b). Због спуштања ваздуха, која је појава нормална на супротној страни планине, киша престаје с оне стране планинског венца, тако, да ниски облаци остају испред планина,

а дисконтинуитетна површина односи само средње и високе облаке. Отуда на другој страни планине може бити кише само из високих облака (алтостратуса), који нису осетили утицај планине. Даље пак, дисконтинуитетна површина се спушта у ниже положаје и тако се образују, како нови топли фронт, тако и дотле недостајући доњи облаци (сл. 86с).

Хладни фронт. — Део поларног фронта, или дисконтинуитетна линија, која раздваја хладне и топле ваздушне масе са западне стране топлог сектора, зове се *хладни фронт*



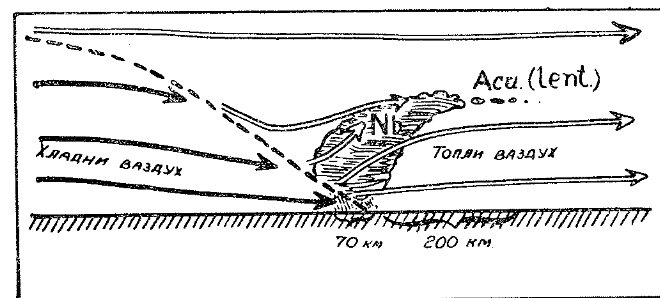
Сл. 86. — Прелаз топлог фронта преко планине.

(сл. 84). Ту се хладни ваздух, у виду клина, подвлачи испод топлог ваздуха и овај уздиже увис (сл. 87). Између горње површине клина хладног ваздуха и топлих ваздушних маса топлог сектора разликује се дисконтинуитетна површина звана: *дисконтинуитетна површина хладног фронта*. Топли ваздух који је присиљен клином хладног ваздуха да се уздиже, хлади се адиабатски и тиме проузрокује масивне облаке и талоге у јаким пљусковима.

Стварање и еволуција покретних циклона умереног појаса. — Покретни циклони умереног појаса стварају се дуж површине поларног фронта, када се поремети равно-

тежа између додирујућих поларних струја скоро источног, и тропских струја скоро западног правца. Тада наступа ондулација поларног фронта и стварање топлих и хладних језика, односно сектора, као што смо рекли на страни 183. Образовањем топлог сектора, са топлим и хладним фронтом, већ је остварен почетак циклона. Топли сектор је у ствари медиум за стварање циклона и извор енергије за његов даљи развитак.

На топлом сектору притисак је нижи него код околног ваздуха и изобаре на њему добивају више лучни облик, са преломима на дисконтинуитетној линији хладног и топлог фронта. Минимум притиска бива на врху топлог сектора, управо на месту где се спајају топли и хладни фронт.



Сл. 87. — Хладни ваздух напада топли ваздух. (Испрекидана линија означава дисконтинуитетну површину хладног фронта)

Бјеркнес је истакао пет фаза у животу покретног циклона умереног појаса, које ћемо овде приказати.

Прва фаза: *почетак стварања покретног циклона.* — Први знак појаве циклона је деформација поларног фронта (тј. прелаз из праволиниског стања *a* у стање *b* на слици 88), при источном ветру са северне, и западном са јужне стране поларног фронта, као што смо то већ изложили. Топли сектор је врло широк у својој основици, а мало издужен према северу: топли и хладни фронт долазе до изражаја. Изобаре почињу да се заокружују око минимума, али са оштрим преломима на хладном и топлом фронту. Цела појава се креће од запада према истоку.

Друга фаза: *активни циклон.* — Хладни ваздух подилазно напада топли сектор у јачој мери дуж хладног фронта. Топли

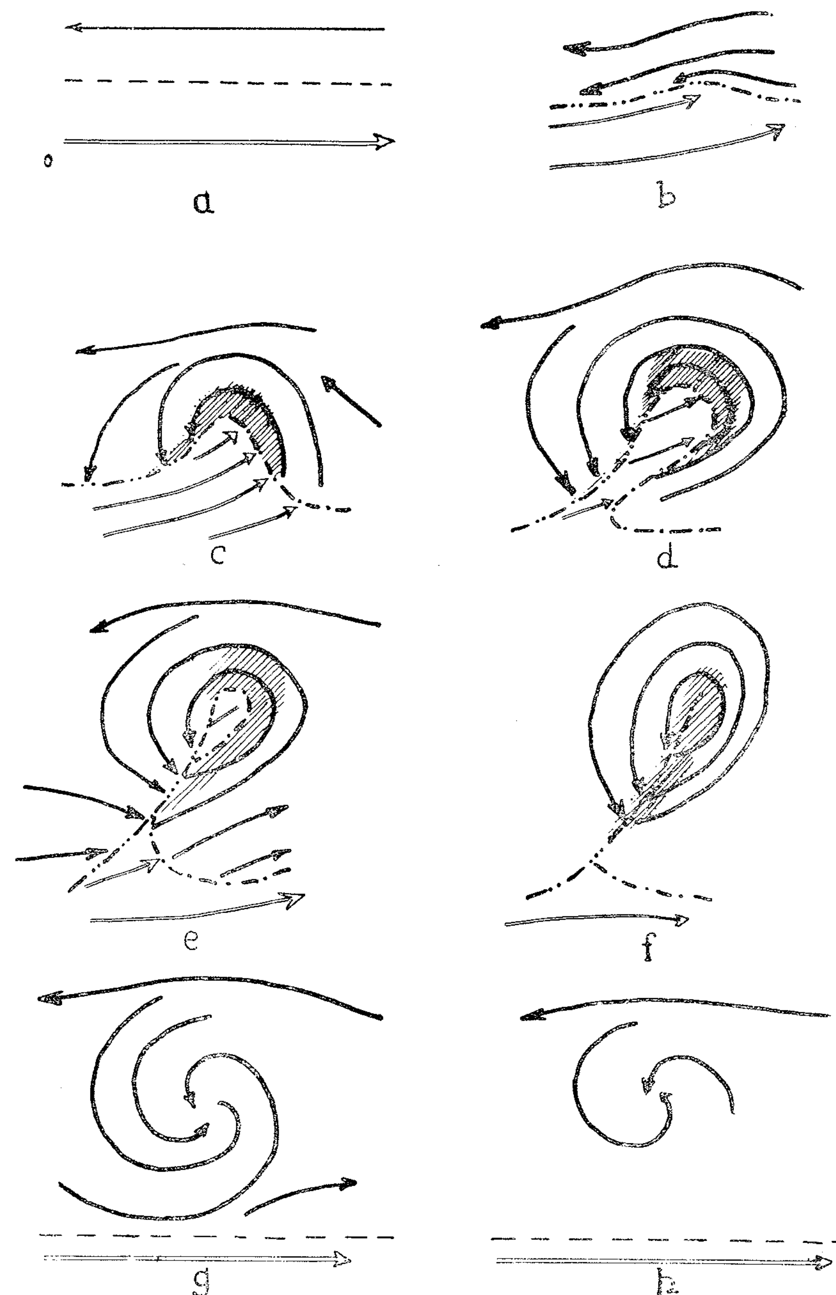
ваздух надилази изнад хладног ваздуха дуж топлог фронта и овај унеколико одбија испред себе. Хладни фронт се брже креће од топлог и, услед тога, топли сектор бива сужен у својој основици, а издужен према северу. Хладан ветар заобилази око топлог сектора са северне стране, а топли не мења свој првобитни правац у топлом сектору. Циклон је сада у највећој активности. Овај тип циклона одговара прелазном стању од *c* до *d* на слици 88. Изобаре се код њега ломе више на хладном него на топлом фронту.

Трећа фаза: *секлузија* или *гушење циклона.* — Због бржег напредовања хладног фронта, клинови хладног ваздуха хладног и топлог фронта се састављају у основици топлог сектора и тиме овај отсецају на земљиној површини од поља тропских струја. Тако остатак топлог сектора бива опкољен поларним ваздухом, а топли и хладни фронт бивају сједињени на јужном делу циклона. Изобаре добивају све више кружни облик, са доста оштрим преломом дуж линије где су се саставили хладни и топли фронт, а слабим дуж остатка хладног и топлог фронта. Овај се тип циклона зове *секлузовани циклон.* (сл. 88*е*).

Четврта фаза: *оклузија* или *затварање циклона.* — Хладни и топли фронт су се потпуно спојили и топли сектор тропског ваздуха не постоји више на земљиној површини. Циклон је тада затворен и свуда у приземљу владају само хладни ветрови. Али, како обично постоји разлика у физичким својствима између ваздуха који је раније био испред топлог, и онога који је био иза хладног фронта, то се на земљиној површини запажа и после спајања фронтова дисконтинуитетна линија која се зове *оклузовани фронт,* а тај се циклон зове *оклузовани циклон* сл. 88 *f*). Од момента оклузије, дакле по ишчезнућу топлог сектора на земљиној површини, наступа брзо опадање снаге циклона. Изобаре свуда добивају мање или више кружни облик, а ломе се само на оклузованом фронту и на секундарним хладним фронтовима ако их има.

Оклузовани фронт може имати карактер хладног фронта ако је задњи ваздух *хладнији* од предњег, или топлог ако је задњи ваздух *топлији* од предњег види „Оклузовани циклон“ на стр. 192).

Пета фаза: *ишчезнуће покретног циклона.* — По завршеној оклузији циклон брзо слаби те ускоро губи оклузо-



Сл. 88. — Фазе покретног циклона.

вани фронт. Чим циклон изгуби оклузовани фронт, изобаре постају мање или више концентрични кругови (без прелома) и циклон брзо нестаје (сл. 88 *g* и *h*).

Средње трајање поменутих пет фаза циклона износи 5 до 6 дана.

Циклони који долазе у Европу са Атлантика великом већином су оклузовани. Отуда једва долази 10% циклона са топлим секторима.

Али се активни циклони стварају доста често и у Европи. Познатија места у Европи где се стварају нови циклони су: Британска Острва, Ла Манш, Скагерак, Бискајски Залив, Ђеновски Залив, северни део Јадранског Мора, Панонски Басен, Балтичко, Црно и Јегејско Море.

Временске прилике код путујућих циклона умереног појаса. — Временске прилике код путујућих циклона зависе од развијености топлог и хладног фронта, или оклузованог фронта, и управо ови су фронтови носиоци времена у циклону. Битне разлике у начину еволуције времена постоје између активних и оклузованих циклона, тј. између циклона са и без топлог сектора. Ево карактеристичних појава код једног и другог случаја:

А) — *Време код активног циклона* (са топлим сектором). — Претходно ћемо и овде напоменути: 1) да активни циклон има топли и хладни фронт; 2) да се топли ваздух уздиже изнад дисконтинуитетне површине топлог фронта, тамо хлади и даје талоге; 3) да поларни ваздух *испред* топлог фронта, због навале топлог ваздуха, узмиче натраг више према северу; 4) да се поларни ваздух хладног фронта подвлачи испод топлог ваздуха у топлом сектору и овај уздиже, чиме се производи хлађење топлог ваздуха и наступа појава олујних пљускова. Ове главне особине претстављене су шематски на сл. 84. Подробнији подаци о временским приликама у разним деловима циклона видеће се из следећих излагања:

1. — *Испред топлог фронта:* ветар најпре SE, затим заокреће од S и SW, са постепеним повећањем брзине; барометар стално пада, температура доста ниска, апсолутна влага доста слаба, али у порасту; широк облачни покривач пружа се на стотине километара (просечно 800 км), а облаци се следују овим редом: цируси, цирострат уси, алтостратуси и нимбостратуси (нимбуси). Широка кишна зона (око 300 км) јавља се из алтостратуса и нимбостратуса (нимбуса). Видљивост је доста добра.

2) — *За време прелаза топлог фронта:* ветар чини заокрет од S на SW, пад барометра стаје или се ублажава (барограф чини слаб лакат), температура расте, апсолутна влага се повећава; појављују се мање ведрине, киша престаје, видљивост слаба.

3) — *У средини топлог сектора:* ветар од SW постаје често олујан, барометар сталан или слабо пада, температура доста висока (нарочито у зиму), апсолутна влага врло јака, преовлађује ведро, а најчешће се јављају стратуси или стратокумулуси; могуће су магле са измаглицом, нарочито на мору

4) — *Испред хладног фронта:* појава алтокумулуса (lent), затим алтостратуса и нимбостратуса (нимбуса) са простирањем до око 200 километара. Барометар нагло пада.

5) — *За време прелаза хладног фронта:* олујно стање, ветар скаче од SW на NW, а брзина бива неправилна (на махове, ударе), нагли скок барометра, нагли пад температуре, нагло смањење апсолутне влаге; влада нимбус и кумулонимбус. Широка зона талога, нарочито позади фронта (од 10 до 70 км), већином у јаким пљусковима. Могућа је грмљавина и град. Видљивост се нагло побољшава.

6) — *Иза хладног фронта:* ветар неправилног правца и брзине, заокреће од W до N, барометар непрекидно расте, температура доста ниска, апсолутна влага слаба; јављају се шире ведрине поред кумулонимбуса и кумулуса; талози се јављају местимично, у пљусковима, каткад и са грмљавином. Видљивост добра.

Б) — *Време код оклузованог циклона* (без топлог сектора). — Овде долази у обзир новооклузовани циклон и део секлузованог циклона код кога је ишчезао топли сектор са земљине површине. Део секлузованог циклона са топлим сектором има временски карактер активног циклона, пошто код њега још постоје топли и хладни фронт.

1) *Испред оклузованог фронта* (раније испред топлог фронта): ветар најпре SE, затим S или SSW, са постепеним повећањем брзине, барометар стално пада, температура доста ниска, апсолутна влага слаба, широк облачни покривач који се састоји из цируса, алтостратуса, алтокумулуса и нимбостра-

туса (нимбуса), широка зона талога које даје ниски алтостратус и нимбостратус (нимбус). Видљивост доста добра.

2) *За време прелаза оклузованог фронта:* олујно стање, ветар заокреће од SSW на W и NW, брзина неправилна, нагли скок барометра, влада нимбус и кумулонимбус; широка зона талога иза фронта, већином пљускови. Могућност грмљавине и града.

3) *Иза оклузованог фронта* (раније иза хладног фронта): ветар неправилног правца и брзине, заокреће од SW до N, барометар непрекидно расте, температура ваздуха доста ниска, апсолутна влага релативно слаба; широке ведрине јављају се поред кумулонимбуса, местимични талози, више у пљусковима, а каткад и са грмљавином. Видљивост добра.

Оклузовани циклони. — Пошто Европу најчешће похађају оклузовани циклони (сл. 78) то ћемо њихове особине још ближе проучити. По општем правилу, оклузовани циклони нагло слабе од тренутка оклузије и ускоро сасвим ишчезавају. Али бива и приличан број изузетака. Ми ћемо даље изложити услове продужења живота оклузованих циклона као и њихово оснажење (регенерацију).

Дужина живота оклузованог циклона је различита према случају: да ли је поларни ваздух испред фронта (префронтални ваздух) „мање хладан" или „више хладан" од поларног ваздуха иза фронта (постфронталног ваздуха). С тиме је у вези и распоред водених талога, као и сам положај оклузованог фронта према кишној зони. О томе ћемо изнети следеће закључке по Бјеркнесовој теорији (сл. 89 и 90).

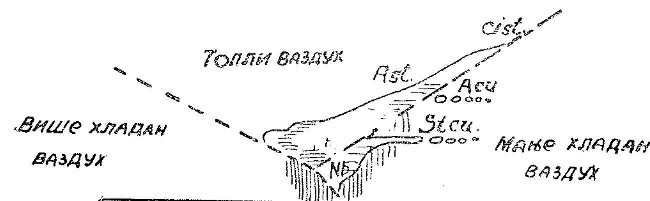
1. *Ако је префронтални поларни ваздух мање хладан од постфронталног поларног ваздуха*, овај последњи се подвлачи испод првога у виду клина, као што показује сл. 89. У том случају образује се тзв. *високи хладни фронт* (*или дупли фронт*) са топлим сектором иза оклузованог фронта на земљиној површини.

Кишна зона постепено прелази иза оклузованог фронта (постаје постфронтална), а може се и потпуно одвојити од оклузованог фронта. Овај случај оклузије бива у летње доба, када циклон долази са мора на копно, на коме је ваздух топлији него на мору.

2. *Ако је префронтални поларни ваздух хладнији од постфронталног поларног ваздуха,* први се поставља у виду клина испод другог, као што приказује слика 90. У томе случају образује се тзв. *високи топли фронт* са топлим сектором испред оклузованог фронта на земљиној површини. Кишна зона постаје такође префронтална, а може се и одвојити од оклузованог фронта. Овај други случај оклузије настаје већином у зимско доба, када циклони долазе са мора на хладан континент.

У оба поменута случаја оклузије циклона киша већином долази од високих фронтова, над којима се топли сектор све више уздиже и хлади адиабатски. Количина кише није значајна због присуства хладног ваздуха у приземљу, који, будући оскудан у влази, апсорбује знатну количину кишних капљица.

У колико оклузовани циклон дуже живи, метеоролошке појаве све више слабе и све теже бива изналажење оклузованог фронта на синоптичкој карти (сем у случају ако се циклон не регенерише, што ћемо касније изложити). Ветар слаби, префронтални пад притиска постаје слаб, а касније прелази у пораст, као и на целом простору циклона; разлике у температури с обе стране фронта теже да ишчезну. Ниски облаци (нимбостратус и кумулонимбус) ишчезавају, а алтостратус се претвара у алтокумулус. Кишна зона се све више сужава (киша алтостратуса) и најзад нестаје.



Сл. 89. — Високи хладни фронт.

Већи број оклузованих циклона, који долазе у Централну Европу, већ имају ишчезле оклузоване фронтове. Да би се утврдило да ли је циклон оклузован, довољна су осматрања са брегова и мање висине. Ту се често запажа да је топли сектор врло развијен, док га у нижим положајима уопште нема.

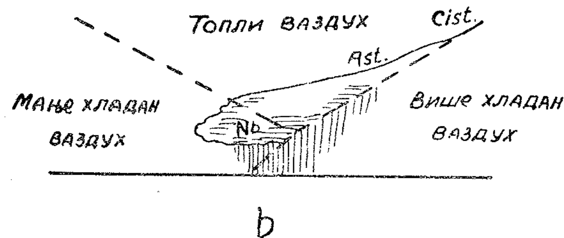
Слика 78 на страни 173 приказује типични пример оклузованог европског циклона са изразитим оклузованим фронтом.

Брзина кретања оклузованог фронта равна је брзини градијента ветра који дува на фронту.

Брзина кретања оклузованог циклона смањује се са старошћу циклона.

Квази*)-стационарни фронт. — Бјеркнесова теорија нас учи, да циклон не мора преживети свих пет напред поменутих фаза. Некад се његов развитак зауставља још у почетку друге фазе и поларни фронт остаје само слабо искривљен, као на сл. 88 шема *b*. То стање остаје дуже време на приближно истој географској ширини, крећући се од запада према истоку. То је: *квази-стационарни фронт*.

Квази-стационрани фронт се дели на *топли* и *хладни фронт*, који ограничавају широк перманентни топли сектор. Хладни фронт се не креће брже од топлог фронта. Средиште тога таласастог поремећаја налази се на врху топлог сектора где се спајају хладни и топли фронт. Неки су таласасти поре-



Сл. 90. — Високи топли фронт.

мећаји врло мало развијени, да се тешко запажају на синоптичкој карти. Некад се пак стиче више таласастих поремећаја на истом квази-стационарном фронту.

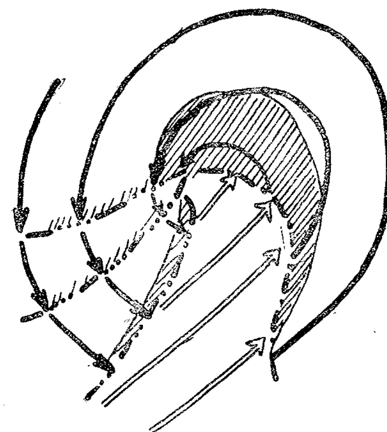
Квази-стационарни фронт се ствара обично када поларни ветар, северно од поларног фронта, има исти правац од запада као и тропски ветар јужно од фронта. Ови се ветрови ипак разликују: по брзини (поларни ветар редовно има слабију брзину од тропског ветра), по температури, влази, видљивости итд. Језгро пада притиска, које се налази с обе стране топлог фронта, претходи језгру пораста притиска иза хладног фронта, а нарочито северно од топлог фронта, где се запажају: нимбостратуси (нимбуси), алтостратуси и циростратуси. Талози се јављају искључиво северно од квази-стационарног фронта и то: 1) префронтални талози испред фронта, 2) постфронтални талози иза хладног фронта и 3) талози нестабилности у поларном ваздуху.

* Од латинске речи *quasi* = скоро.

Таласасти поремећаји на квази-стационарном фронту могу давати трајну кишу од преко 24 часа на станици која се налази северно од фронта, а чим станица дође јужно од фронта, киша престаје.

Секундарни хладни фронтови. — Поларни ваздух који следује за поларним или оклузованим фронтом циклона не остаје хомоген на целом свом струјном пољу. Масе поларног ваздуха, које дуже путују према југу, бивају више загрејане, него масе које их следују. Стога се између ових маса јавља извесан дисконтинуитет, који на земљиној површини образује *секундарне хладне фронтове* (сл. 91). У задњем делу циклона може бити више таквих фронтова и сви имају иста својства као и прави хладни фронт.

Хладни секундарни фронтови изазивају упаде хладног ваздуха у нешто топлији ваздух испред њих, који је загрејан изнад топлијих просторија или инсолацијом. Ти упади производе уздизање топлијег ваздуха, који се адиабатски хлади и даје облаке (кумулонимбусе, стратокумулусе и нимбостратусе) и кишу у пљусковима, као што приказује слика 92.



Сл. 91. — Секундарни хладни фронтови.

Секундарни фронтови се најлакше познају по дисконтинуитету температуре, мање или више оштром заокрету ветра, као у ломљењу изобара. Обично они доносе пљускове кише па и олујне непогоде после преласка хладног фронта.

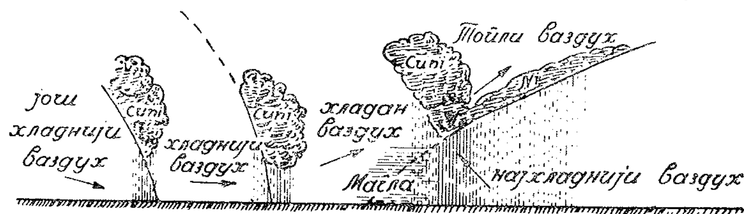
Псевдо*) топли сектор. — Масе поларног ваздуха које иду одмах за оклузованим фронтом, бивају каткад преображене (дегенерисане) у толикој мери, да губе главна својства поларног ваздуха, а добивају својства тропског ваздуха, (високу температуру и влагу, слабу видљивост итд.) У том случају оне образују *„псевдо топли ваздух“*, а ако су са севера ограничене правим поларним ваздухом неког секундарног фронта, онда се образује *псевдо топли сектор.* Тај нови

*) Латинска реч pseudo = лажни.

сектор ограничен је с десне стране ранијим оклузованим фронтом, који сада постаје топли фронт, а с леве, секундарним хладним фронтом, који постаје *„главни псевдо фронт“*.

Псевдо топли сектор може се и удубити, у коме се случају оснажује оклузовани циклон, те се његов живот још продужује.

Секундарни циклони. — Према модерном схватању Норвешке школе, секундарним циклоном зове се сваки циклон умереног појаса, који није образован на поларном фронту продором тропских или поларних ваздушних маса једних у



Сл. 92. Шема секундарних хладних фронтова.

друге, као што је то напред већ речено. Према начину стварања секундарни циклони се деле у две категорије:

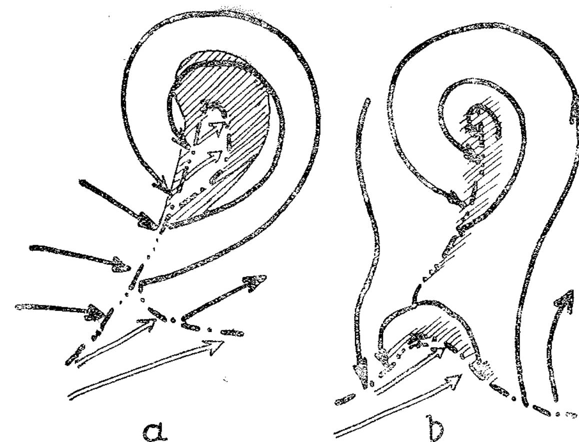
Прва категорија. — Кад северни део топлог фронта активног циклона наилази са мора на обалу континента или на планинске венце, његово кретање бива успорено, док јужни део продужава кретање било морском површином или изнад равнијих предела. У том случају, северни део топлог фронта добива оклузију, а јужни део остаје одвојен са новим широким, али скраћеним топлим сектором (слика 93 *a*). На том новом топлом сектору може се образовати секундарни циклон са седиштем на врху топлог сектора (сл. 93 *b*). Овако образован секундарни циклон, који има широк топли сектор, обично бива активнији од главног оклузованог циклона и може се од њега и потпуно одвојити. Такви се секундарни циклони стварају често над Ђеновским Заливом, јужно од Ирске (пред улазом у Ла Манш) и над Јужном Скандинавијом (код Скагерака), где положај и простирање планинских венаца (Алпа, ирских и шкотских планина и скандинавских планина) дају врло повољне услове за стварање секундарних депресија.

Друга категорија. — Када поларни ваздух, јужно од секундарног хладног фронта, постане „псевдо топао“, па ако крене према северу и од севера буде нападнут правим поларним ваздухом секундарног фронта, тада се образује „псевдо топли сектор“, а на овоме се створи секундарни циклон, аналогно ранијим тумачењима.

Уопште стварање и живот секундарног циклона бивају скоро исти као и код главних циклона.

Временске појаве су такође исте, само мањих димензија.

Кретање секундарних циклона најчешће зависи од активности главне депресије. Ако је ова последња снажна, онда секундарни циклони путују у њеном пољу струја (пливају у ваздуху главне депресије) у супротном смеру сказаљке на часовнику. Тако они унеколико круже око главне депресије,



Сл. 93. — Стварање секундарног циклона.

што је случај са јадранским минимумом, када се овај крене познатим Ван Беберовим путем Vb.

Иначе, ако је главни цнклон постао неактиван, а секундарни добио надмоћнији развитак, онда се овај последњи понаша као засебан циклон. У том случају, ђеновски циклони обично прелазе на Јадранско Море, ту се нешто задржавају, а потом се крећу преко Балкана, било путем Vc или Vd (сл. 80.).

Стационарни, кваз-стационарни и централни циклон. — Циклон у последњој фази живота, када изгуби све изворе енергије (топли, хладни и оклузовани фронт, као и високи топли сектор), он траје још извесно време, каткад и по неколико дана, не мењајући знатно своје место.

Такви се циклони зову: *стационарни* или *квази-стационарни циклони*.

Често бива да се сустигну више старих циклона у једној депресионој области, тако да се разликује више минимума у исто време. Тада се обично један минимум понаша као централни, а око њега у главном круже сви остали, са свима поремећајима који су могући код тих старих циклона (секундарне депресије, секундарни фронтови итд.). Ту целу депресиону област, са једним или више стационарних или квазистационарних минимума, Бјеркнес је назвао *централни циклон*.

Централни циклон се удаљава са свога места тек у случају општег покрета ваздушних струја у којима је он заточеник, иначе се дегенерише и умире у месту.

Са прогностичког гледишта централни циклон је важан стога, што он својом непокретношћу одређује карактер времена за дуже време.

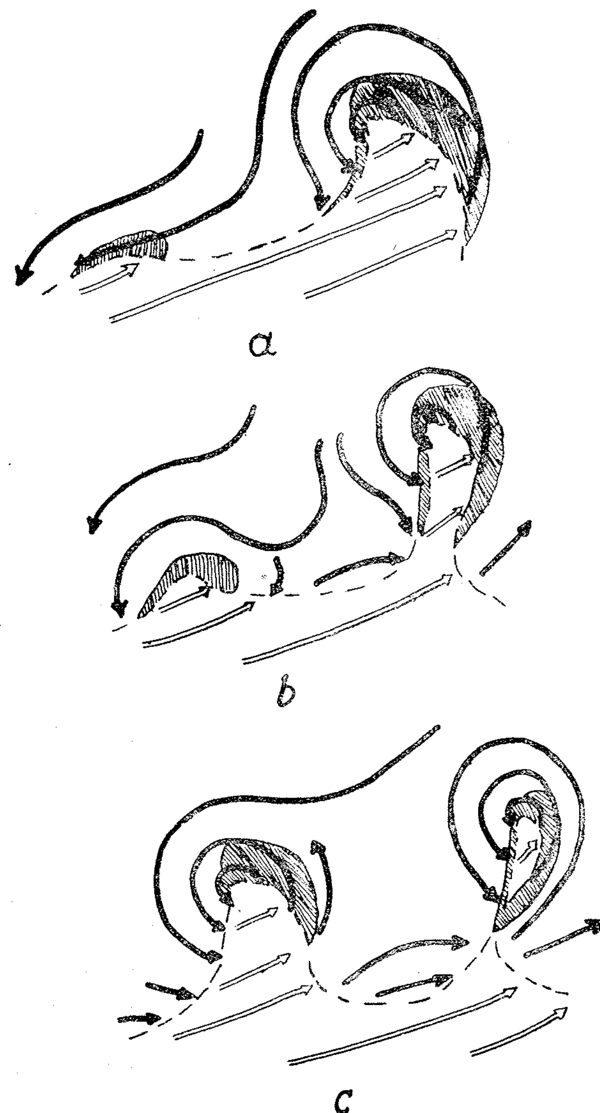
Често се догађа да ново долазећи слабији циклони буду упливисани од владајућух струја у централном циклону, и тако буду уведени у извесно кружење око средишта централног циклона.

Низови или фамилије циклона. — Бјеркнес и Солберг су показали како се стварају од великог мали циклони и како се може образовати читав низ депресија само у једном обручу поларног фронта, тј. на једној поларној површини. Како се почетни циклон ствара већ је било речи, а сада ћемо објаснити стварање следећег и свих осталих у једном низу.

Када главни циклон уђе у секлузиону фазу, делови топлог и хладног фронта се спајају на јужној страни циклона и опет граниче топли сектор, као што показује сл. 93. Овај је случај сличан почетној фази претходног циклона и ништа не стоји на путу да се и ту образује нови циклон као и први. Може се дакле образовати циклон одмах на врху тог новог топлог сектора (сл. 93 *b*) или пак, што чешће бива, при новој ондулацији успостављење равнотеже поларног фронта лево од тога места (сл. 94 *a*). Даљи развитак приказује шема *b* и *c* на сл. 94.

Образовани нови циклон даје исте услове за стварање опет новог циклона, као што је био случај и код претходног циклона. Тако се образује читав низ циклона, у коме је сваки следећи јужнији од претходног (сл. 95). Поларни фронт се у

том случају спушта све до суптропских калма (30° г. ш.), када последњи продор поларног ваздуха долази у додир пасата (сл. 82). Тиме се завршава почетни низ циклона и поларни



Сл. 94. — Стварање низа циклона.

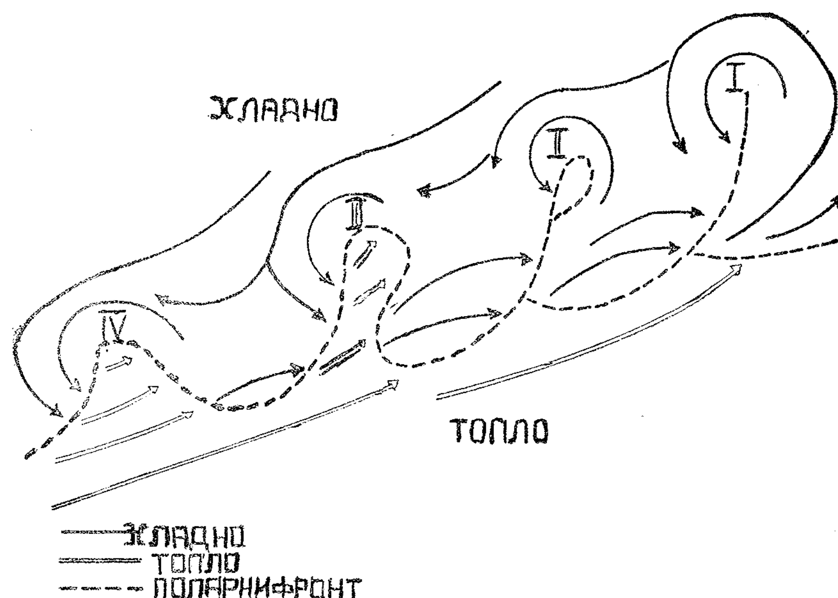
фронт се враћа на север, где почиње образовање другог низа итд.

Циклони истог низа имају доста међусобних сличности, нарочито у погледу правца и брзине кретања, интензитета

итд., само је последњи циклон, који завршава низ, најактивнији. Секундарни хладни фронтови су најмаркантнији при последњем продору поларног ваздуха којим се завршава низ циклона.

У једном низу има обично четири циклона али је тај број врло променљив. Такав низ циклона види се на слици 95.

На синоптичким картама низови циклона се нумеришу редним бројевима 1, 2, 3, итд. за сваку годину засебно, почев од 1 јануара, а поједини чланови низа означују се словима A. B. C. итд. као на сл. 78.



Сл. 95. — Низ циклона.

Тако на слици 78 (страна 173) видимо 57 низ циклона по реду у 1932 години. Први циклон тога низа (57A) већ је ишчезао и не види се на карти. Други (57B) је на издисају над Балтичким Морем и њега је већ апсорбовао оклузовани циклон 57C. Од тог другог циклона остала је само слаба дисконтинуитетна линија са развијеним високим хладним фронтом, који подржава широку кишну зону од Скандинавије до близу Карпата. Трећи циклон по реду (57C), са средиштем над Шкотском, је најразвијенији и има врло изразит оклузовани фронт, који се пружа преко Белгије и Француске до Бискајског Залива. Најзад последњи циклон овог низа је 57D, који је тек у

развитку на океану северозападно од Пиринејског Полуострва.

На истој слици (78) види се засебни делимично оклузовани циклон на Јадранском Мору, који је образован као секундарни циклон умирућег циклона 57B. Оклузовани фронт овог циклона иде преко Ломбардије, северног дела Јадранског Мора и Истре, док се остатак топлог фронта пружа према југоистоку, преко Југославије, а остатак хладног фронта према југу, преко Јадрана и Италије. Затим, од Милана до Марсеља пружа се слаб секундарни хладни фронт.

Овај секундарни хладни фронт, са поменутим оклузованим фронтом преко Ломбардије и северног Јадрана, чини неку врсту квази-стационарног фронта, из кога се често образује нови циклон на Ђеновском Заливу или на Јадрану, или пак потраје извесно време у месту као прави квази-стационарни фронт (страна 194).

V депресија. — Напред смо видели да јужна страна циклона бива постепено стезана од стране клинова предњег и задњег поларног ваздуха, тако да се најзад изврши и оклузија. При самој оклузији, или нешто пре ње, изобаре циклона бивају оштро избочене, обично према југу, тако да образују језик ниског притиска у виду слова V. Тај језик ниског притиска зове се: *V депресија*. Уздужном осом V депресије иде конвергентна линија звана: *олујна линија*, која је најчешће сам оклузовани фронт (сл. 96).

Временске прилике V депресије су истоветне временским приликама оклузованог фронта, само су ове знатно изразитије у V депресији него код оног оклузованог фронта чије изобаре нису оштро озбочене. Укратко, временске прилике у V депресији су следеће:

1. *Испред олујне линије*: јужни ветар, мање или више уједначене брзине, влажно, киша непрекидна, притисак пада, температура по мало расте, видљивост слаба.

2. *За време пролаза олујне линије:* олујно стање, ветар на ударе, са наглим променама правца од S на N, нагло захлађење, талози у јаким пљусковима, могућа грмљавина и град.

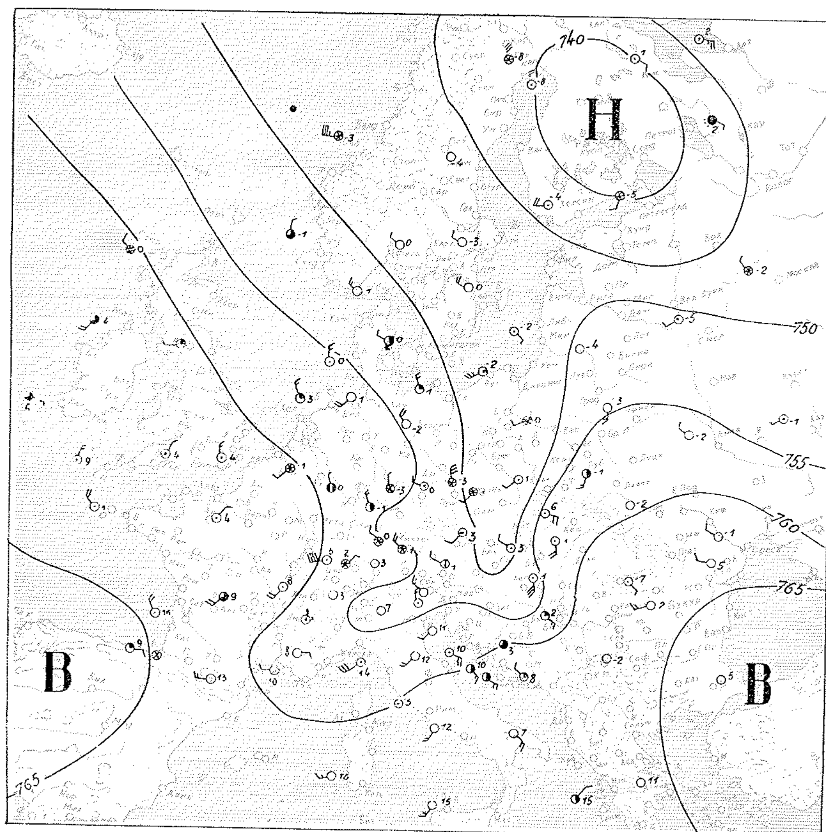
3. *По пролазу олујне линије*: хладно, ветар на ударе, али слабији, ређи пљускови, притисак нагло расте, јављају се ведрине са кумулусима и кумулонимбусима, видљивост постаје добра.

Слика 105. приказује карактеристичне промене регистрир-

них метеоролошких инструмената за време пролаза олујне линије.

У колико је језик оштрији, у толико су метеоролошке појаве у њему изразитије.

V депресије нису стационарне и увек се крећу од запада према истоку. Оне се могу развити и у секундарну депресију, нарочито при наиласку на планинске пределе, као што је по-

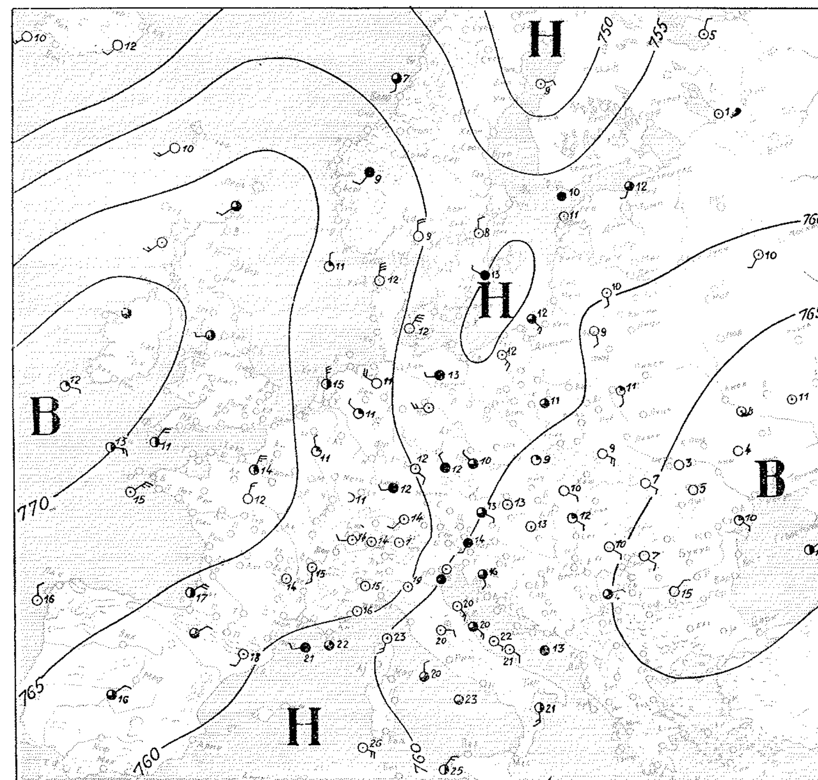


Сл. 96. — V депресија над Европом 8 априла 1905 г. у 8 часова.

менуто на стр. 196. Иначе оне редовно оснажују већ оклузовани циклон и продужују му живот.

Мање изобарске избочине, које су честе нарочито у југозападном делу циклона, обично претстављају хладне фронтове, секундарне или главне, о којима смо већ говорили на стр. 195.

Увала. — Увалом се назива усек или предео ниског притиска између два антициклона (сл. 97). Ту се дакле стичу ваздушне струје од оба антициклона, које су иначе супротног правца и неједнаке температуре. Услед тога у унутрашњости увале бива успоног ваздушног кретања, које изазива мутно време и често јаку кишу. У средишном делу увале, где се



Сл. 97. — Увала над Европом 10 септембра 1913 г. у 8 часова.

ваздушне струје сукобљавају, ветар је слаб, а на ивицама бива јачи.

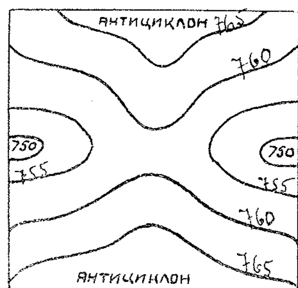
Увала се сматра као оклузовани фронт, тј. као остатак умирућег циклона, кога све већма стежу суседни антициклони. Али се увала може и удубити, тј. може се развити и у јачу депресију, ако су локалне прилике за то повољне, као што смо рекли на страни 196.

Седло. — Ако се увала налази у тзв. *„укрштеној ситу-*

ацији", тј. када је висок притисак на западу и истоку, а низак на југу и северу, или обратно (сл. 98), тада се она зове *седло* или седласта увала. Подела притиска у седлу је доста равномерна, те тај простор у летње доба бива врло погодан за стварање локалних, нарочито поподневних олуја, које се понављају све дотле, док се барометарско стање не промени.

Тропски циклони

Тропски циклони су врло бурни ваздушни вртлози ниског притиска, који се најчешће јављају на мору између 10° и 20° северне и јужне географске ширине. У летње доба се приближују више умереном појасу, а у зимско екватору. На самоме екватору циклони се не могу стварати због отсуства земљине девиације.



Сл. 98. — Седло.

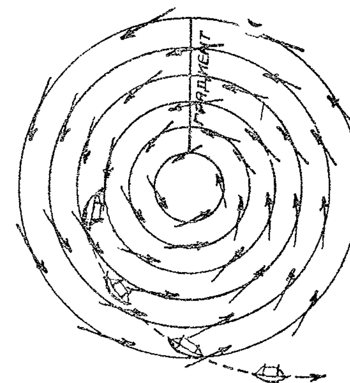
Битна разлика између тропског циклона и оног умереног појаса је у томе, што први не поседује две масе различитог ваздуха, које су главни чиниоци код другог. Отуда код тропских циклона не постоје осетне разлике у температури и искључено је стварање фронтова.

Даље пак, они се разликују од циклона умереног појаса и по овим својствима: притисак код њих бива много нижи, на релативно мањем простору; изобаре чине правилне кругове, без вијуга и прелома; барометарски градијент је много већи, а с тим у вези и ветрови су много јачи; вертикална струјања су правилна и мање конвергирају према средишту тако да ветрови скоро круже по изобарама (сл. 99), а око средишта постоји широк простор тишине. На висини пак, већ од 800 метара, ветрови дивергирају и због тога тропски циклони немају велику висину (око 3000 метара).

Средишни део тропског циклона, будући притешњен околним јаким ветровима, бива принуђен да се уздиже целим својим стубом. Тако се долази до адиабатског хлађења огромних ваздушних маса, до стварања тешких мрачних облака и до лучења огромне количине кише. Често се појављују и електричне појаве са потмулом грмљавином.

Наступ циклона показује се на барометру на 1 до 2, а

каткад и на 3 дана раније. Притисак почиње да се колеба више него обично и нешто опада. Потом се из далека указују високи облаци цируси и циростратуси, а уз њих следују кумулонимбуси и нимбостратуси (нимбуси). Кад циклон захвати неко место, притисак нагло пада, ветрови бивају све јачи и отпочињу јаки пљускови кише. Са даљим наступањем циклона ветар постаје све жешћи, а и пљускови све јачи. Тек са приближавањем средишта ветрови се утишавају и киша слаби. У самом средишту влада затишје, киша престаје, па се често појављује извесан пропланак ведрине, који се зове *око циклона*.*) По пролазу средишта циклона, ветрови са кишом опет отпочињу, само овог пута имају супротан правац. Ако се циклон креће од истока према западу, прво се јављају северни и североисточни ветрови, а потом, по проласку минимума, јужни и југоисточни, што се види на сл. 99. Јачина ветра на западној страни циклона бива иста као и на предњој, а пљускови кише бивају још јачи.



Сл. 99. — Тропски циклон.

У почетку су тропски циклони слаби и малих димензија, а касније се развијају у оба смисла (сл. 100). Брзина ветра врло често прелази 12 по Бофоровој скали, тако да није могуће ни измерити максималну јачину. При тим јаким тзв. орканским ветровима и најјачи инструмент бива сломљен или покварен. Највећа брзина ветра која је измерена инструментом износи 60 м/сек., али се према рушевинама, које оркански ветрови тропских циклона чине, цени, да ова прелази и 100 м/сек.

Када тропски циклони наиђу на неко острво, или копно уопште, они чине тешка разарања и пустоше. Обична је ствар да куће буду разрушене, дрвеће поломљено и из земље ишчупано.

Циклон који се појавио у Бенгалском заливу 1 новембра 1876 г. изазвао је толике таласе, да су ови, код ушћа реке Мегна,

*) Сматра се да је „око" циклона последица тренутних упада десцендентних струја, због веома ниског притиска у средишту циклона.

покрили земљину површину од 7800 км². Том приликом потопљено је око 215.000 становника. У Калкути је циклон 1864 г. за неколико сати уништио преко 150 бродова.

Најжешћи циклон, који је до сада уписан у метеоролошке анале био је 10 октобра 1870 године. Он је познат нарочито стога, што је уништио силну енглеску флоту под командом Сер Родеја. Овај циклон је пошао са острва Барбароса (Мали Атили или Западна Индиска острва). На самом острву ни једна кућа није остала читава, а сва су дрвећа поломљена или из земље ишчупана. Пред острвом Санта Луција уништио је ескадру адмирала Хотсама, а затим је опустио цело острво, где је погинуло око 6000 људи. Идући даље ка острву Мартинку потопио је 2 француске фрегате и још близу 50 бродова са 5000 војника. На острву је сравнио са земљином површином варош Сен Пјер и још неколико мањих места; људских жртава било је око 9000. Упућујући се према северу на своме путу преко острва Доминика, Сен Еустаха, Сен Венсена и Порторика уништио је све куће заједно са становницима. Од око 600 кућа на Сен Венсену ујутру је осванул само 14. У Порт Роајалу разорио је 7 цркава и 1400 кућа. Од Порторика је отишао даље на север и тамо уништио још неколико енглеских бродова.

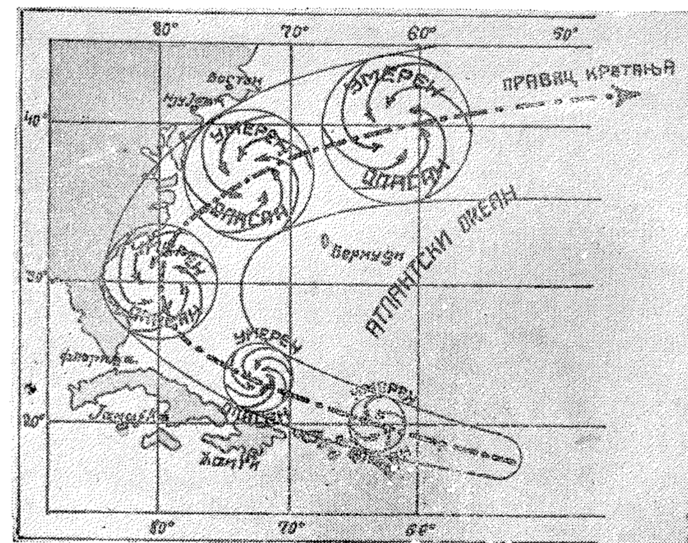
Пречник тропског циклона каткад је мањи и од 50 км., а најчешће се креће између 100 и 1500 километара.

На јужној страни тропског циклона јављају се јачи ветрови него на северној, због утицаја земљиног обртања. Наиме, правац земљиног обртања слаже се са преовлађујућим правцем ветрова на јужној, а супротан је преовлађујућем правцу ветрова на северној страни тропског циклона. Отуда је јачина првих помогнута, а других одмогнута земљиним обртањем.

Правац кретања тропских циклона зависи од преовлађујућих општих струја у пределима где се они јављају и у које у своме даљем току наилазе, јер те струје носе собом и све своје унутрашње поремећаје. Тако се у тропским пределима циклони крећу од истока према западу, са слабим скретањем у десно. Око 20—25° географске ширине они чине доста оштар заокрет у десно и одатле се упућују према североистоку и истоку на северној, а према југоистоку и истоку на јужној полулопти, куда их односе познате тропске

струје. Слика 100 приказује најчешћи пут кретања тропских циклона на северној полулопти.

У првом делу свога пута, до лакта заокрета, тропски циклони се развијају и јачају; у другом делу се проширују у простору, а губе у снази. Кад тропски циклон дође до 40° или 50° географске ширине он бива веома расплинут, минимум се знатно заравни, градијент ослаби, изобаре се разреде и изобличе и ветрови се знатно утишају, тако, да овај циклон



Сл. 100. — Пут тропских циклона.

постаје сличан обичном умирућем циклону умереног појаса.

Брзина кретања тропских циклона је у почетку врло слаба, (између 2 и 10 км на сат), а касније се повећава тако да достиже каткад и 50 километара на сат.

Тропски циклони претстављају нарочиту опасност за бродове. Опасност расте са приближавањем средишта циклона. Тамо се, нешто због ниског притиска, а нешто због конвергирајућих орканских ветрова, изазивају огромни таласи који су велика неприлика за бродове. Ту је главно дознати у коме се правцу налази средиште циклона и ово избећи. Дознавање правца средишта омогућава класични Buys Ballot-ов закон који гласи: *ако окренемо леђа ветру, средиште циклона биће у левој страни и нешто унапред.* Како ветрови код

тропских циклона не конвергирају знатно, то ће њихово средиште бити на левој страни скоро под углом од 90°, гледајући у правцу ветра. Брод избегава средиште ако маневрише тако, да му ветар, долази увек с десне стране, а никад с леве или остраг (сл. 99). Ово правило важи и за ваздухоплове при сваком случају упада у вртлог ниског притиска. Аероплан још може да избегне тропски циклон уздизањем на веће висине (преко 3000 м.), где овај није опасан, а иначе може и умаћи испред њега, пошто циклон има много слабију брзину од аероплана. Најзад долазак тропског циклона најављују из далека карактеристични облаци *кумулонимбуси* о којима смо већ говорили, као и електричне појаве, те не треба ићи у правцу ових појава.

ГЛАВА II

АНТИЦИКЛОНИ

Појам и опште особине антициклона. — Предео на коме влада висок притисак зове се: *антициклон*. Ово је име дошло отуда, што се на пределу високог притиска јављају супротне метеоролошке појаве од оних на пределу ниског притиска тј. у циклону. На пример: док је у циклону минимум притиска у средишту, кружење ветра у супротном смеру сказаљке на часовнику,*) са извесним конвергирањем према средишту, и док тамо преовлађују успона кретања ваздушних маса, које условљавају ружно време, дотле су у антициклону све ове појаве супротног смисла. Притисак је у антициклону највиши у средишту, а одатле опада у свима правцима, тако да се изобаре код њега затварају у виду концентричних или елипсастих кругова, као и код циклона (сл. 101). Средиште антициклона зове се *барометарски максимум* или *максимум притиска*. Кружење ветра врши се у смеру сказаљке на часовнику на северној, а у обратном смеру на јужној полулопти. Уз то се ваздушне струје одбијају од средишта упоље, тј. дивергирају. У средишној зони постоје и тзв. *ниспоне* (десцендентне) струје, које дају потенцијалну енергију антициклону, а од њих зависи и кинетичка енергија приземних ваздушних кретања. Другим речима, ниспоне струје својим диманичким дејством утичу и на јачину притиска у средишту антициклона, а од вредности овога зависи и вредност барометарског градијента, односно брзине ветра.

Ваздух антициклона има висинско порекло, јер долази од антипасата (посреством полова или суптропских предела, (види сл. 82 на стр. 182), или од других ваздушних струја које се са великих висина спуштају према земљи. По физичким својствима он је сличан поларном ваздуху (сув, бистар, хладан итд.) и важи као *стабилан* ваздух.

***) Реч је о циклонима северне полулопте.**

Ово су у главним цртама опште особине сваког изразитог антициклона*), а појединости следују даље.

Типови антициклона. — Према начину стварања антициклони се деле на: *динамичке* и *термичке*. У динамичке спадају тзв. *тропски* и *поларни* антициклони, чији је ваздух висинског порекла (од антипасата – сл. 82 на страни 182), а у термичке они, који се стварају хлађењем већих земаљских (копнених или морских) површина.

Тропски антициклони. — Тропским антициклоном зове се појас високог притиска који стално постоји над суптропским пределима, као и делови тога појаса који се пружају у виду клинова преко умереног појаса (сл. 82 простор H^T). Сам појас се зове још и *трајни антициклон*.

Поларни антициклони. — Они проистичу из калоте поларног ваздуха при ондулацији поларног фронта, као што је речено на страни 185 (хладни језици или сектори). Међу овима се разликују два типа: *покретни* и *непокретни* антициклони.

1) *Покретни (или путујући) поларни антициклони* су у ствари напред поменути језици или сектори поларног ваздуха, који бивају углављени између два узастопна циклона истога низа (сл. 82*f*) или између два узастопна низа циклона (сл. 82 H^P). Ови се антициклони крећу упоредо са њима суседним циклонима, односно низовима циклона.

2) *Непокретни (или стационарни) поларни антициклони* постају од поменутих под 1) покретних поларних антициклона, када се ови одвоје (отсеку) од поларног фронта и буду узапћени у тропском ваздуху (сл. 82 H). Ови антициклони остају дуже време на једном месту и споро ишчезавају.

Термички антициклони. — Међу термичким антициклонима разликују се: *стални*, *полустални* и *покретни* (или путујући) антициклони.

Стални термички антициклони постоје у пределима где вечито влада ниска температура, као на Гренланду и у пределима Антарктика.

Полу-трајни антициклони образују се на северној полулопти, зими над Азијом, лети над Атланским Океаном (око Азора — *азорски максимум*) и над северним делом Тихог Океана.

*) Предели слабог високог притиска, без маркантног средишта и кружних изобара, изражавају се обично овим изразима: „висок притисак", „слој", или „појас" или пак „гребен високог притиска", а не „антициклон".

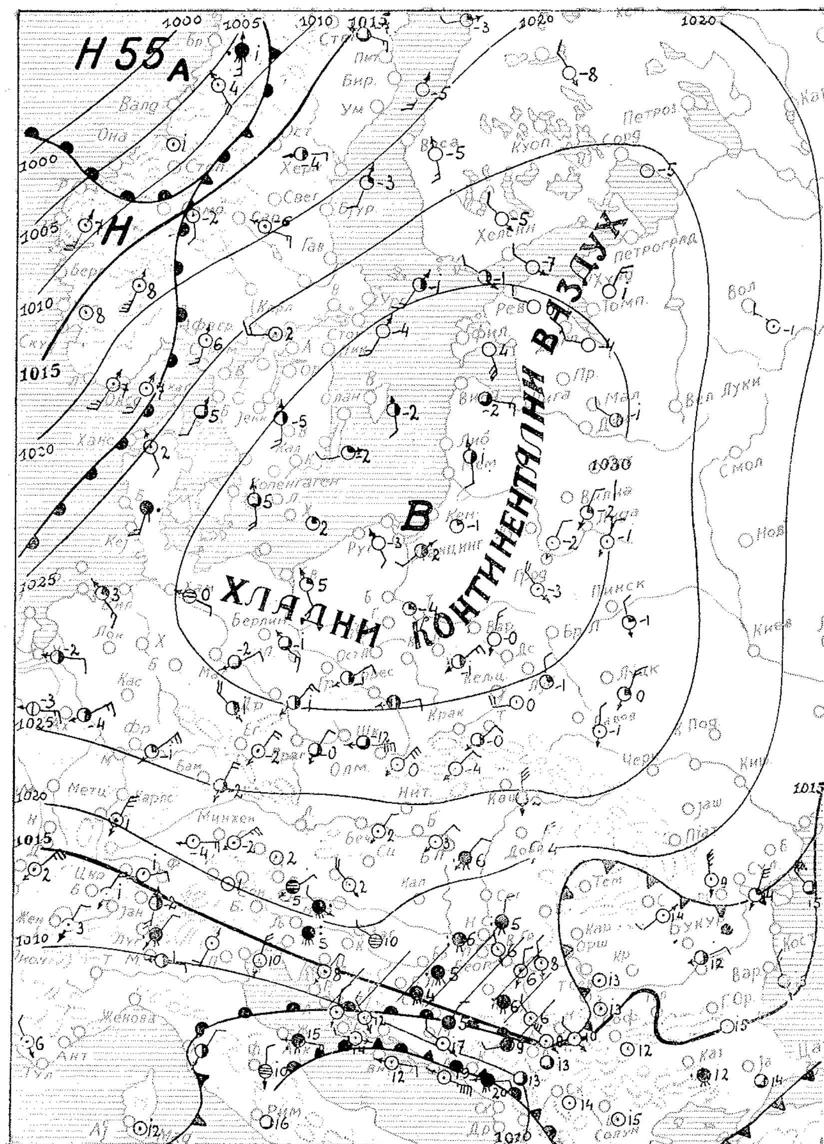
Покретни (путујући) термички антициклони стварају се на копненим пределима, обично после падања снега, јер снежни покривач изазива велико хлађење ваздуха, а то је главни услов за стварање термичких антициклона. Они су обично слаби (ниски) и ишчезавају чим се приближи неки циклон. Али они могу бити подлога неком јачем антициклону, који се може утврдити и за дуже време.

Европски континент је доста под упливом и азиског и азорског антициклона. У зимско доба азиски односно руски антициклон проширује свој утицај скоро на целу Европу. У том случају на Балканском Полуострву владају хладни и суви источни ветрови, уз претежно ведро време (кошава у Подунављу, бура на Приморју). У летње доба азорски максимум упливише на већи део југозападне Европе, а нарочито на Пиринејско Полуострво, изазивајући суво време и жегу. Иначе се у Европи често јављају и друге врсте антициклона, а нарочито оних поларног порекла. Изразити *европски антициклони* су већином стационарни, који дуже време задржавају приближно исту изобарску конфигурацију. Они се најчешће држе средине континента, избегавајући приморске крајеве.

На слици 101 приказан је конкретни случај типичног европског антициклона. Хладне ваздушне масе овог антициклона држе цело европско копно и оне су према морима ограничене фронтовима и то: према Северном Мору оклузованим и топлим фронтом циклона 55А, који се налази на томе мору (види у горњем десном углу); од Ламанша па око Пиринејског Полуострва све до Ђеновског Залива хладним фронтом; преко Италије, Јадрана и Југославије топлим фронтом, а даље према истоку опет хладним фронтом.

Временске прилике у антициклону. — Уопште узев, антициклони важе као *носиоци лепог времена*. Изузеци су малобројни и локалног карактера, тако да они не измењују општи временски карактер целог простора на коме антициклон влада. Ближим посматрањем временских прилика код европских антициклона дошло се до следећих резултата:

1) *Приземни ветар.* — Средишни део антициклона састоји се из тешких, инертних, ваздушних маса, чак и до 3000 ме-



Слика 101. — Антициклон над Европом на дан 27 октобра 1931 године у 7 часова.

тара висине. Стога у средишту влада претежно тихо време, а јача струјања почињу тек у ивичним пределима. Жесток ветар у антициклону се никад не јавља, сем у случају локалних поремећаја (олvја, вихора). Скретање ветра је јаче на источној него на западној страни антициклона (сл. 102). Отуда је на западној страни већи излив ваздуха него на источној. Преовлађујући правац кретања антициклона је запад—исток (у зиму и пролеће они иду у правцу ESE, у лето према ENE, а у јесен према E).

2) *Температура у приземљу.* — Тренутна подела температуре у антициклону зависи од доба дана, покривености неба, порекла ваздушних струја и пута који су струје прешле до тачке осматрања. Ако се антициклон налази над Средњом Европом, онда његов северни део има: западне и југозападне, а јужни: северне и североисточне ветрове. Кад расмотримо тако кретање свих ваздушних струја у антициклону онда долазимо до закључка: да најтоплији мора бити источни, а најхладнији западни квадрант средњеевропских антициклона. То је и испитивањем утврђено.

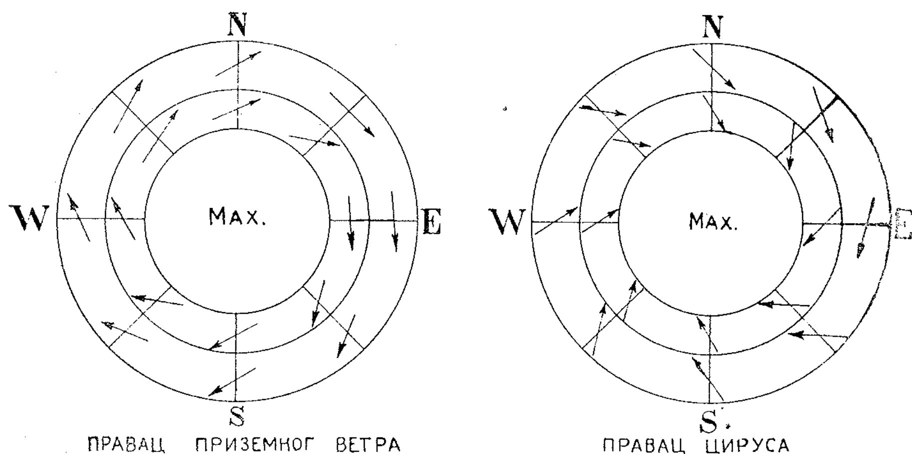
Екстремне температуре (максималне и минималне) јављају се увек у средишту антициклона.

Општа апсолутна вредност температуре у антициклону зависи од инсолације и ноћног хлађења, односно од дужине дана и ноћи. У *лето*, због дугих дана а кратких ноћи, ваздух се дуго греје, а мало хлади, те су *жега* и *суша* типичне појаве летњих антициклона. У *јесен* и у *пролеће*, када је једнако трајање дана и ноћи, бивају велика дневна колебања температуре. Топли дани, а хладне ноћи су типичне појаве јесењих и пролетњих антициклона. Исто тако, честе су појаве и тзв. *јутарње магле* која обично ишчезава око 9 или 10 часова.

У *зиму* пак, због дугих ноћи, а кратких дана, земља бива дуго изложена хлађењу, те са појавом зимског антициклона (ведрог времена) наступају и врло јаки мразеви. Јаким хлађењем приземног ваздуха у антициклону изазива се његова засићеност воденом паром и оном малом количином паре коју антициклонски ваздух има. Отуда наступа кондензација и стварање каткад и врло густе приземне магле. Ова је магла нарочито густа у ниским пределима, долинама река и котлина, где има више влаге и одакле ваздух не отиче, те бива дуже време изложен хлађењу (страна 136). Изнад магле бива ведро и аб-

нормално топло, јер магла одбија сунчево зрачење. Тиме се добија појачана инверсија температуре, која је иначе својствена зимском антициклону.

3) *Облаци и талози.* — Типични облаци антициклона су кумулуси, који се стварају уздизањем испарене водене паре при сунчевом загревању. Често бива и стратуса, нарочито у планинским крајевима, који се образују било од уздигнуте магле, или испод слоја ирверсије температуре. Иначе се при јачим жегама јављају и кумулонимбуси, обично са грмљавином, који су праћени олујним временом, о коме ћемо говорити у следећој глави.



Сл. 102. — Скретање ветра у антициклону (по Хилдебрансону).

Антициклонски талози су: *роса, слана, иње, измаглица и пљускови кише* (са или без леда). Ови последњи долазе само из кумулонимбуса. Каткад, али врло ретко, могу мало кише дати и врло развијени кумулуси (стр. 113).

4) *Ветар на висинама.* — Напред смо споменули да приземни ветар код антициклона отступа од изобара упоље (дивергира) као што показује сл. 41. На средњим висинама тога отступања нема и ветар кружи по изобарама, док на великим висинама постоји упадање (увор) ваздушних струја са периферије према средишту (сл. 102 по Хилдебрансону). Према недавним испитивањима у Белгији, запажена су најјача упадања са западне и северне стране, слаба са источне, а са јужне уопште нису примећена. Томе упадању ваздуха приписује се образовање нисподних (десцендентних) струја у средишту антициклона, као и динамичко загревање аитициклонског стуба.

Најјачи висински ветар јавља се у северном и источном квадранту. Источни ветрови обично нагло јачају до близу 1000 метара висине, а потом слабе.

5) *Температура на висинама.* — Топлота само приземних слојева ваздуха зависи од инсолације и од ноћног хлађења, док на великим висинама ова зависи само од нисподних струја. По општем правилу, стуб ваздуха у антициклону је топлији до висине од 10.000 метара од просечне температуре ваздуха до те висине ван антициклона.

У зимско доба приземни слојеви антициклона су врло хладни, а према висини температура расте до око 2000 метара, где је граница тог инверсионог слоја. Даље од те границе температура опада и тек око 5000 метара бива једнака температури на земљиној површини.

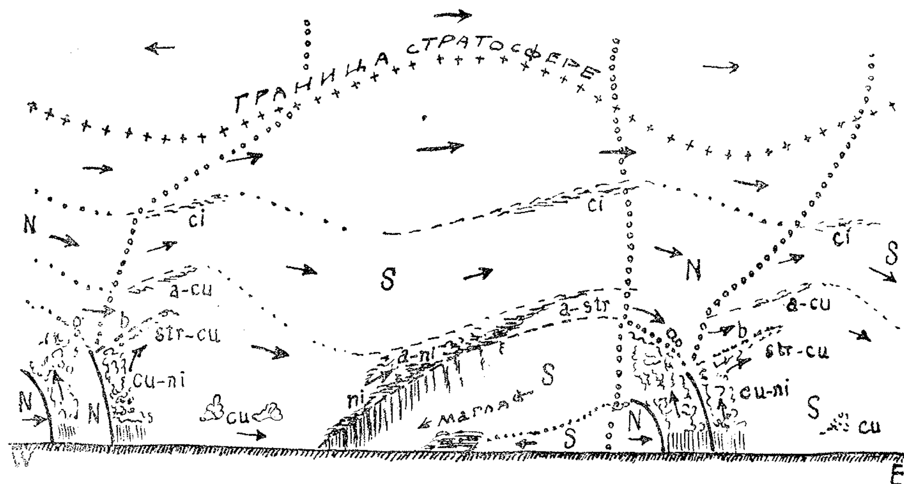
Испод 1000 метара средња температура ваздуха је виша у циклону него у антициклону, а преко те границе па све до 10.000 метара стуб ваздуха антициклона је топлији од стуба ваздуха циклона. Изнад 10.000 метара сматра се да је стуб антициклона хладнији, од стуба циклона.

Вертикални термички градијент код антициклона у слоју до 10.000 метара, износи у средњој вредности: у лето 0,°61, у зиму 0,°56. Али у разним слојевима и у разним конкретним случајима може бити и знатних отступања од ове средње вредности.

Изнад антициклона тропосфера је нешто виша (по Вагнеру 1,7 км) него изнад циклона. Затим, на граници стратосфере ваздух антициклона је хладнији (просечно 5,°1 по Вагнеру) него код циклона у томе слоју. И те разлике у висини стуба и температури, по основним правилима, иду у прилог јачања притиска код антициклона.

Антициклонске инверсије. — У антициклону су врло важне инверсије температуре. Оне постоје на већем делу антициклонског простора, а може их бити и у неколико слојева. Ми смо већ говорили о тако рећи нормалној појави инверсије температуре у најнижим слојевима атмосфере, коју изазива ноћно хлађење, као и о сталној инверсионој зони, која постоји и на горњој граници тропосфере (стр. 28). Сада ћемо изложити остале саучајеве инверсије који се сусрећу у антициклону.

Код путујућих антициклона, пошто се ови обично налазе између два циклона, бива следеће: топле ваздушне масе задњег циклона, које се дижу дуж дисконтинуитетне површине топлог фронта, превршују антициклон и уливају се у њ озго, или се преко њега сливају у предњи циклон дуж дисконтинуитетне површине хладног фронта (сл. 103). У овом последњем случају дисконтинуитетне површине топлог и хладног фронта су једна са другом у вези изнад средишта антициклона и овај последњи постаје само медиум преко кога се врши „превоз“ или „клизање“ ваздушних маса од задњег према предњем циклону. Дуж целе те „клизајуће“ површине постоји инверсија температуре и то: дуж дисконтинуитетне површине топлог



Сл. 103. — Вертикални пресек антициклона и циклона (по Stüve-у).

фронта због уздизања топлог ваздуха и појаве латентне топлоте за време кондензације, а дуж хладног фронта због динамичког (фенског) загревања ваздуха који пада. По Stüve-у висинска граница те инверсије бива обично између 4000 и 5000 метара, дакле у висини горње границе облака алтостратуса и алтокумулуса. Она је највиша изнад средишта антициклона, а спушта се ракљасто према циклонима или се спаја са инверсионим слојем суседног антициклона (сл. 103, средња тачкаста линија).

Код стационарних антициклона, при јакој приземној инверсији, приземни ваздух је густ и инертан. Услед тога, спуштајуће ваздушне масе не долазе одмах до земље већ се компримирају и тиме изазивају повишење температуре на извесној висини, обично изнад горње површине магле или стратуса. Тако се образује појачан инверсиони слој на већем простору антициклона. Инверсиона површина се спушта према земљи сразмерно одиласку приземног ваздуха према ниском притиску. Код јачег пада притиска, према периферији антициклона, ваздух изнад инверсионе површине се слива брже од приземног ваздуха, те инверсија бива веома појачана динамичким загревањем сливајућег ваздуха. Ово бива најчешће на задњој страни антициклона, где се инверсиона површина најчешће спаја са земљом и изазива абнормално повишење температуре сл. 103 најнижа тачкаста линија).

Слика 103 (горња тачкаста линија) приказује и слободну инверсиону површину у којој се стварају цируси и циростратуси при уздизању целе ваздушне масе. Ова слика иначе претставља вертикални пресек циклона и антициклона са распоредом облака, талога и инверсионих површина. На тој су слици показане још и површине g и b, од којих прва означава падајућу површину топлог (фенског) ваздуха, који је прешао највиши врх хладног ваздуха, а друга раздваја тај топли ваздух од оног који се уздиже због упада хладног ваздуха. Површина b се шири до највише висине хладне ваздушне масе, и тамо слободно ишчезава.

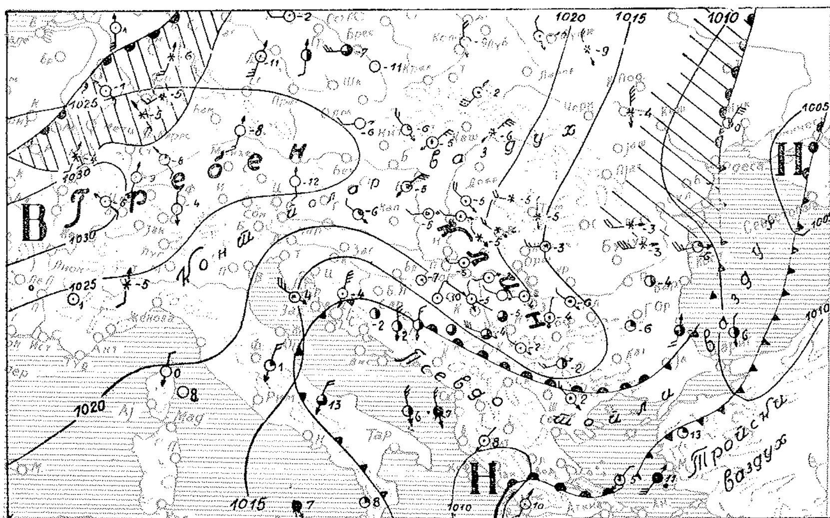
Инверсије може бити и онда када су два ваздушна слоја, један изнад другога, неједнаке брзине или правца, јер се трењем између њих повисује температура у додирном слоју.

У слоју инверсије постоје кратке успоне и нисподне струје тзв. *механичко мешање ваздуха*, при чему се топли ваздух уздиже, а хладни спушта. Ту се јавља и појачана турбуленција, која доприноси интимнијем мешању успоних и ниспоних струја. Ниспоне струје, које су увек сиромашније у влази, одузимају део влаге од топлих успоних струја, те се у инверсионом слоју, ако је ваздух влажан, кондензација постиже на вишем нивоу него при обичном адиабатском хлађењу.

Гребен (или леђа) и клинови високог притиска. — Гребеном се назива издужени слој високог притиска између две депресије (сл. 104). Средином гребена постоји дивергентна линија (ветроделница) од које се ваздушне струје упућују према једној и другој суседној депресији. Дуж те ли-

није, разуме се, мора постојати и спуштање ваздуха са висина, којим се допуњава одливање ваздуха према ниском притиску. Отуда средином гребена обично влада тихо и ведро време, док се ветар појачава и време погоршава са приближавањем депресији.

Према депресији гребен је обично ограничен конвергентним линијама, тј. фронтовима: топлим, хладним, или оклузованим, према случају поделе притиска. Ако се гребен простире правцем север-југ онда хладни фронт граничи гребен са источне, а топли са западне стране, који је случај врло чест на Балканском Полуострву.



Сл. 104. — Гребен и клин високог притиска од 27-I-1932 г. у 7 часова.

Клин високог притиска настаје онда када се део антициклона увуче само донекле између два циклона. Он се обично пружа према северу, само у Централној Европи најчешће према југоистоку (сл. 104). Дуж клина се излива ваздух из антициклона и улива у циклоне. И клинови су према циклонима ограничени хладним и топлим фронтовима, те је и време ружно само у близини фронтова. Средином клина обично влада ведро време као и код гребена.

Када се европски антициклон налази са средиштем над Западном Европом, а нарочито у близини Алпа, тада се клин високог притиска врло често пружа, преко Аустрије, према

Балканском Полуострову. У том случају хладни алписки и уопште северни ваздух слива се преко Балканског Полуострва према Јадранском, Јегејском и Црном Мору, долазећи тако у додир са топлим и влажним ваздухом ових крајева. Тим додиром образују се топли и хладни фронтови, који изазивају каткад и врло бурне временске поремећаје. Најчешће се догађа, да се дуж источне обале Јадранског Мора образује топли, а према Црном Мору хладни фронт. Тако се топли и влажни јадрански ваздух уздиже изнад хладног, ваздуха над Југославијом, при томе адиабатски хлади и даје трајне талоге: у јесен и пролеће кишу, у зиму снег. У оваквим се приликама и низ Апенинско полуострво спушта други клин хладног ваздуха, који својом источном страном изазива стварање хладног фронта дуж западне обале Јадранског Мора. Тако се образује јадрански циклон који се види и на слици 104.

У летње доба ретко се јављају антициклонски клинови на Балкану, пошто је у то доба копно топлије од мора те не бива карактеристичних разлика у притиску између балканског копна и суседних мора.

ГЛАВА III

ОЛУЈЕ И ВИХОРИ

А. — Олује

О олујама уопште. — Олује су нагли атмосферски поремећаји кратког трајања, оличени најчешће наглим и јаким ударима ветра и облацима кумулонимбусима, са свима својствима ових облака: електричним појавама, пљусковима кише или снега, градом. Интензитет олује је врло различит. Некада ова прође само са појавом неколико јачих удара ветра, који дижу прашину, лишће, песак, а некад се уз јак ветар јављају и огромни пљускови кише и града. Уз пљускове се обично јављају и електричне појаве: муња, грмљавина, гром, али не увек. Бива и таквих случајева да је олуја пропраћена и пљусковима и електричним појавама, али без јаког ветра. Најзад неке се олује јављају при лепом времену, док се друге јављају при већ владајућем ружном времену, изазивајући само тренутна погоршања. Из свега овога изводи се закључак, да олује нису једноставне, већ напротив врло сложене и ћудљиве атмосферске појаве.

Највернији претставник олује је облак *кумулонимбус*, нарочито ако је још праћен и електричним појавама. Његова горостасност и електричне појаве чине олују приметном и са великих даљина. И све друге појаве које се запажају код кумулонимбуса (стр. 114) су у исто време појаве и елементи олује.

Олуја која даје огромне пљускове кише зове се: *провала облака*, а она која даје град (лед): *туча*. Иначе се све олује које чине велике штете зову *тешке олује* или *непогоде*.

Кумулонимбус који није праћен електричним појавама, пљусковима и карактеристичним олујним ветром не значи типичну олују, али значи неку врсту *олујног стања*, тј. склоност атмосфере за стварање олуја.

Врсте олуја. — Олује се деле у главном на две врсте: *топлотне* или *локалне олује*, и *динамичке* или *циклонске олује*.

Прве се стварају у топле дане, при ведром и тихом времену, када Сунце знатно припече, а друге у оквиру циклона, дуж фронтова: хладног, оклузовавог и секундарног, а нарочито дуж осе V депресије.

Топлотне (локалне) олује. — Међу топлотним олујама разликују се:

1) *Низиске олује*
2) *Планинске* или *орографске олује* и
3) *Пешчане* или *суве олује.*

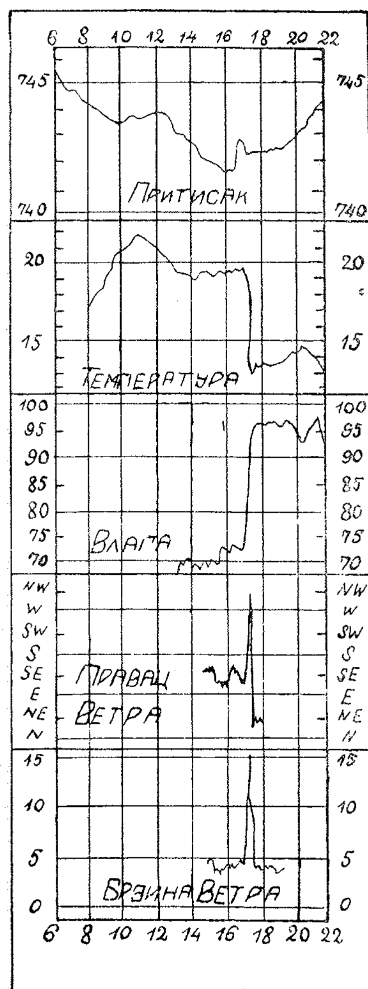
1. Низиске олује. — Ове се олује стварају на равним просторијама, изнад предела који су мочварни и обилују влагом. У топле дане, при тихом и ведром времену, Сунце изазива, поред јаког загревања ваздуха, и јако испаравање влажних области. Загрејани ваздух и испарена водена пара дижу се увис, образујући *успону струју*, која је главни чинилац у стварању облака кумулонимбуса. Нагомилавање велике количине водене паре доводи до нагле кондензације и до стварања значајних количина водених талога. Талози пак, падајући земљи, својим притиском и трењем, образују извесну *ниспону струју*. Тако испод кумулонимбуса постоје две супротне вертикалне струје: успона *топла* или ниспона *хладна*. Прва обично заузима источну, а друга западну половину олујног простора, односно кумулонимбуса. Успона струја изазива још и пад, а ниспона пораст притиска, свака на своме простору.

Услед пада притиска на источном, а пораста на западном делу олујног простора, а у циљу успостављања равнотеже, ваздух се ставља у покрет од западне према источној страни. Како је при том ваздух западне стране хладнији од оног на источној, то први, у виду клина, врши упад у топли ваздух и отуда се има следећи резултат: 1) напредовање хладног ваздуха од запада према истоку, којим се одређују и правац кретања олује у томе смеру и 2) упад клина хладног ваздуха на топлу просторију, који упад потпомаже још већма уздизање топлог ваздуха увис, а тиме се и цео олујни поремећај оснажује. И овде се дакле има, по модерним схватањима, типичан пример хладног фронта. Тиме је спонтано искључено класично тумачење вртложног кружења ветра код топлотних олуја.

Временске прилике код низинске олује. — При пролазу олује запажају се следеће метеоролошке појаве:

1. *Притисак* опада, најпре лагано, затим нешто брже, а

потом, управо на граници између топле и хладне ваздушне масе, појављује се нагли скок барометра, који смо већ назвали *скок олује*. После скока барометра продужује се лагани пораст притиска (сл. 105).



Сл. 105. — Скокови регистрирних инструмената за време олује.

2. *Водени талози* почињу одмах после скока барометра.

3. *Температура* у почетку лагано расте, а по скоку барометра нагло опада (сл. 105).

4. *Релативна влага* има обратни ток од кретања температуре: опада са приближавањем средишта олује, а расте после скока барометра (сл. 105).

5. *Ветар* се мења овако: пре почетка олује тихо (запара, оморина), затим врућ ветрић на махове (диже прашину, лишће, песак), потом удари хладног ветра са променом правца у смеру сказаљке на часовнику (сл. 105). Јаки удари почињу са почетком кише. Са утишањем ветра и олуја ишчезава.

6. *Облаци* иду овим редом: најпре се указује над хоризонтом циростратус, затим кумулонимбус, који покрива цело небо, а испод њега фрактостратус (фрактонимбус). По завршетку олује небо се поново разведрава.

Низиске олује крећу се врло промењљивом брзином. Средња брзина износи око 40 километара на сат.

2. **Планинске (орографске) олује.** — Планинске олује стварају се под истим временским приликама као и низиске. Оне се ни по начину стварања, ни по саставу, нити пак по временском карактеру не разликују много од низиских олуја.

Једина значајна разлика између њих је та, што низиске олује стално путују, док планинске напротив остају скоро цело време свога трајања на месту где су се образовале. Само се мали број планинских олуја одваја од планина и путује као и низиске олује. Али и у том случају оне губе своју првобитну структуру, а нарочито изразиту границу између хладног и топлог ваздуха, те стога убрзо и ишчезавају.

Највише услова за стварање планинских олуја дају влажни предели (котлине, равнице) који ограничавају планинска подножја са сунчане стране. У тим нижим положајима, при сунчаном дану, ваздух бива јаче загрејан него на вишим деловима планина, па отуда загрејани ваздух, као лакши, струји уз планинске стране и узноси водену пару из нижих на више положаје. Ова успона струја има и улогу и последице успоне струје низиских олуја. И све друге појаве као: изградња кумулонимбуса, стварање водених талога, образовање ниспоне струје итд., све те појаве тумаче се на исти начин као и код низиских олуја (стр. 221).

Планинске олује су много чешће од низиских.

3. **Пешчане (суве) олује.** — Ове се олује јављају у сувим пределима, најчешће у пустињама, за време јаких летњих жега. Оне су *вртложне појаве*, сличне тропским циклонима малих димензија, које уздижу каткад и огромне количине (читаве стубове) песка и прашине. Уз ове олује не јављају се никакви облаци, па према томе ни водени талози. У Југославији овакве олује спадају у реткост.

*

Уопште узев, топлотне олује имају своје дневне и годишње периоде. У нашим пределима оне се најчешће јављају у најтоплијем годишњем добу, а у зимско доба их уопште не бива. У току дана оне се најчешће стварају у времену између 12 и 18 часова, а њихово се трајање окончава у највећем броју случајева још у првој половини ноћи.

*

Динамичке (циклонске) олује. — Ове се олује јављају дуж појединих фронтова у циклону, а оличене су наглим појачањем ветра (са променом правца у смеру сказаљке на сату), наступом јачих пљускова кише, захлађењем, порастом релативне влаге, а често и електричним појавама: муњом,

грмљавином, громом. Услед преовлађујућег облачног времена у циклону, кумулонимбуси ових олуја нису лако уочљиви по спољним облицима, већ се оцењују по електричним појавама и изразитим пљусковима, које су појаве најмеродавније за оличење кумулонимбуса.

Динамичке олује претстављају у ствари најбурнији моменат времена при пролазу циклонских фронтова. Отуда се оне могу поделити на:

1. *Олује хладног фронта,*
2. *Олује оклузованог фронта или V депресије и*
3. *Олује секундарног фронта.*

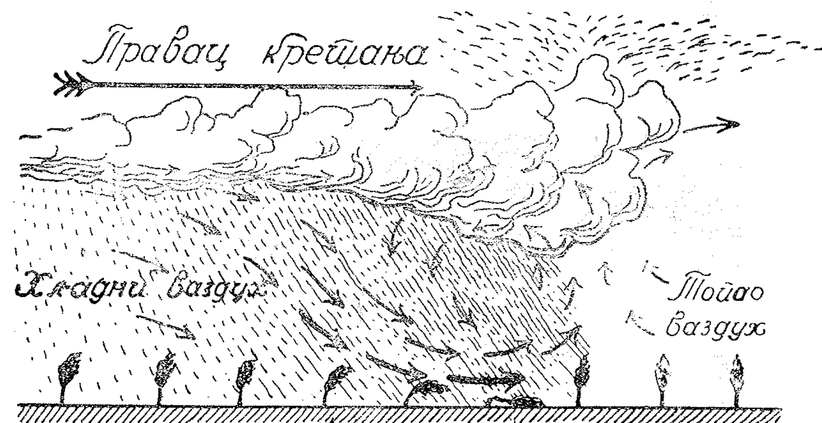
У суштини ова подела нема значаја, јер су све ове олује исте структуре, и приближно истог трајања и временског карактера. Њихов интензитет увек зависи од развијености дотичног фронта који оне прате. Једино се може рећи да олује V депресије много дуже трају и дају тако рећи праве „провале облака", док су код оних хладног и секундарног фронта пљускови кратки и јављају се на махове. Електричне појаве и град су чешћи пратиоци олуја хладног и секундарног фронта, него оних оклузованог фронта, односно V депресије.

Динамичке олује могу се замислити у виду ваљка, који је положен дуж неког циклонског фронта, и тако својом дебљином захвата простор од 10—20, а дужином од више стотина километара. Треба још замислити да се ваљак обрће око своје осе унатраг и да се својом ширином креће унапред, без мењања уздужног положаја. Тај замишљени ваљак остварује ветар дуж поменутих фронтова као што показуј слика 106. Ту дакле ветар кружи (ротира) око извесне хоризонталне осовине, слично обртању ваљкасте метле која се вија у великим градовима. На земљиној површини се јавља увек ветар од хладног ваздуха према топлом, а на висинама постоји супротна струја. На предњој пак страни налазе се успоне, а на задњој нисподе струје. Тако се дакле и овде образује *вртлог са хоризонталном* осовином, као и код топлотних олуја, па и улога овога вртлога бива у свему иста.

Како су динамичке олује везане за фронтове, то и њихово кретање зависи од кретања дотичних фронтова. И карактер времена, као и нагло мењање, у свему се поклапају

са већ изложеним временским приликама код дотичних фронтова, тј. при пролазу тих фронтова.

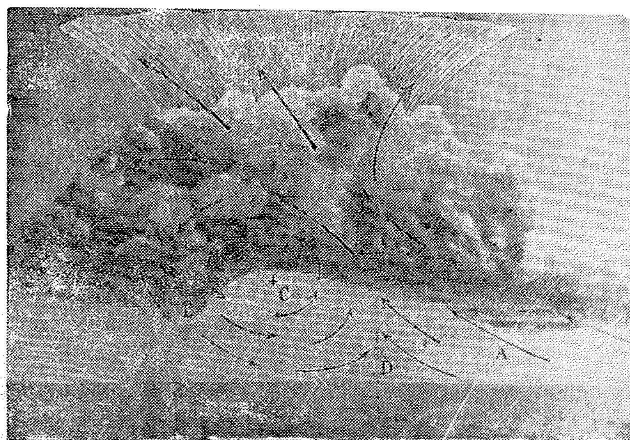
Извор енергије динамичке олује лежи у тежњи хладног ваздуха да упада (подилази) под топли, и ова тежња бива у толико већа, у колико је већа разлика у температури ваздуха испред и иза фронта. Упад хладног ваздуха, поред рушећег дејства на земљи, има за ефекат и снажно уздизање топлог ваздуха, које уздизање иде у прилог стварања масивних облака, јачања вртлога са хоризонталном осовином и општег погоршања времена. Обично појачању олује претходи ведро време или слаб ветар из јужног квадранта. Пљускови кише су у толико снажнији, у колико је ваздух богатији у воденој пари.



Сл. 106 — Вртлог динамичке олује.

Олује које се стварају изван изразитих циклонских фронтова спадају у динамичке олује V депресије. Места тих олуја на синоптичкој карти обележена су мањим изобарним кривинама у виду слова U, које кривине иначе претстављају слабе локалне депресије са топлим ваздухом, зване: *„олујне вреће"*. Хладнији ваздух нагло упада у те депресије и присиљава топли ваздух на уздизање, а притом се јављају све појаве као и код хладног фронта (сл. 87 и 92). Овакве олује могу се понављати једна за другом у томе случају, ако хладни ваздух наступа преко топлих предела, а нарочито тада, ако су пределi таласасти. Иначе се све динамичке олује јављају искључиво на јужном делу циклона.

Стварање града. — Услед поменутих успоних и ниспоних струја, у кумулонимбусу се образује вртлог са хоризонталном осовином, као што приказују стрелице на сл. 107. Средиште тога вртлога налази се обично испод средине облачне масе, а у висини њене доње основице (тачка *c* на слици 107). Овај вртлог каткад добива толику снагу, да у његовом средишту центрифугална сила изазива и веома низак притисак (депресију). Тиме и центрипетална сила добива јак напон и услед тога се уводе у игру вртлога падајући водени талози. Водени талози присиљени су на кружење у вртлогу краће или дуже време. На тај начин они талози, који су требали да



Сл. 107. — Олујни облак који даје град.

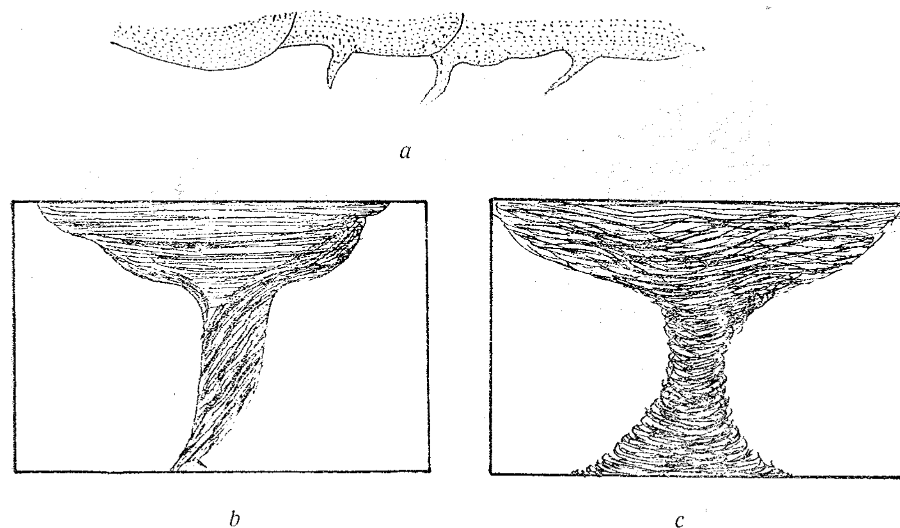
падну на земљу, бивају напротив враћени у више слојеве, где температура може бити и знатно испод нуле. У овом последњем случају, ако су у питању кишне капљице, оне се горе замрзавају и образују куглице леда, односно града. Ако и куглице града буду враћене у облак, онда се за њих, при пролазу кроз облачну масу, лепе сићушне облачне капљице и тако се на њима ухвати извесан слој воде, који се на висинама залеђава и куглице се тиме увећавају. Код јаких вртлога, са јаком хоризонталном осовином, куглице града могу по неколико пута обиграти у вртлогу и тако се тумачи стварање крупног града.

Вртлог са хоризонталном осовином није изразит код сваког кумулонимбуса. Он је изразит само код оних кумулонимбуса који су надкриљени цирусном масом у виду лепезе или наковња. Стварање града је скоро искључиво везано за ове типове кумулонимбуса (cumulonimbus capilatus). Сматра се да и електричне појаве играју врло важну улогу у стварању града, али то питање још није довољно проучено због неприступачности у зону где се врше електрична пражњења.

Значај вртлога са хоризонталном осовином изгледа да се не ограничава само на стварање града, већ да овај игра и нарочито велику улогу у стварању олујних вихора, ваздушних понора, рупа, ремуа итд., о чему ће даље бити речи.

Б) — Вихори

Појам и врсте вихора. — Ваздушни вртлози малих димензија, а кратког трајања, који се нагло појављују и нагло

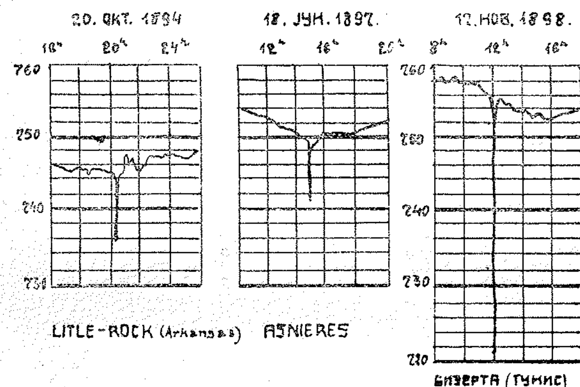


Сл. 108. — Олујни вихори.

ишчезавају, зову се: *вихори* (или *вихорићи*). Узрок њихова постанка лежи у термичким или динамичким условима, као што је случај и код олуја. Некад су ови вихори веома мали, слаби и безначајни (улични вихорићи), а некад опет чине невероватне рушевине (олујни вихори). Њихова јачина (интензитет) није увек сразмерна њиховим димензијама, те бива каткад да мали вихори чине веће штете него велики; обратни се случај чешће догађа, али не увек.

Вихори се могу поделити у главном на: *олујне*, *топлотне* (сунчане) и *динамичке*.

Олујни вихори.*) — Испод знатно развијених олујних облака (кумулонимбуса) јављају се каткад неке чудне вртложне појаве у виду левка, рукава или сурле (сл. 108). Они су малих и променљивих димензија, боје сивкасте и изгледају каткад као издужени чворови на доњој површини облака (сл. 108*a*). Некад их има више, а некад се јавља само по један вртлог. Ови се вртлози час издуже, а час увуку натраг у облак Понеки се толико издуже да додирују и земљу (сл. 108 *b*). Кад један вртлог додирне земљу онда се види левкасто раширење и код доњег, као и код горњег дела (сл. 108 *c*). При томе се чује и јак звук као пролаз жељезнице. Вртложно струјање је циклонског карактера, али се врши чешће с десна у лево, него

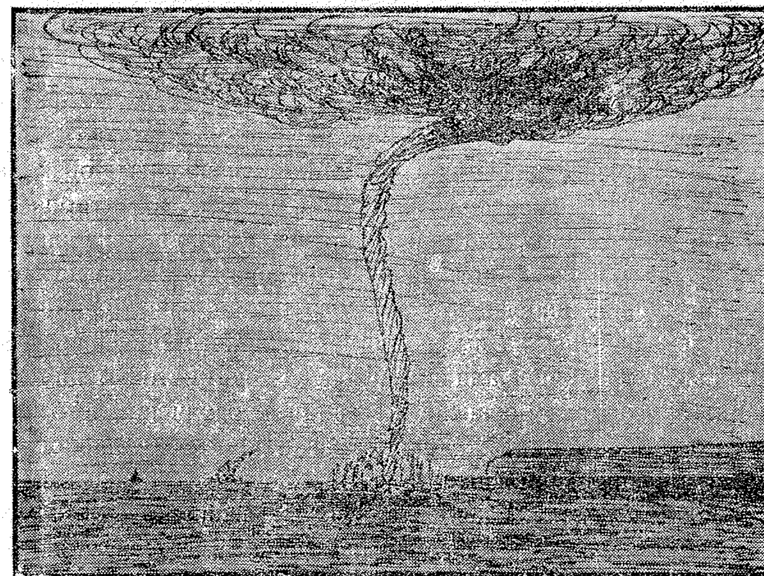


Сл. 109. — Пад барографа при пролазу вихора.

с лева у десно. Брзина ветра често прелази 40, па и 50 метара у секунди, нарочито у близини средишта вртлога. Отуда ови вихори у пределима где се појаве чине огромне штете, па и праве пустоше. Они се крећу брзином облака коме припадају (око 40 км. на сат) и тако чине појас рушевина на своме путу. Некад се поново одигну од земље, па се касније опет спусте, а некад и потпуно ишчезну у облаку. Бива и таквих случајева, да се црево прекине, па се горњи левак врати у облак, а доњи ишчезне на земљи. После вихора обично наступају огромни пљускови кише или града.

*) Ове појаве Французи зову: les trombes, Немци: Windhose, а Американци: Tornado.

Ако овај олујни вихор пређе преко неког места где постоји барограф, запажа се веома јак тренутни пад притиска, као што приказује слика 109. Овај пад некад прелази и 10 мм. Тим падом притиска тумачи се лако рушење грађевина које вихор захвати. Умањење притиска од 10 мм. живиног стуба одговара попуштању ваздушног притиска од 136 кгр. на 1 м². Отуда, наглим обухватом неке грађевине од стране вихора, производи се значајна спољна депресија, те унутрашњи притисак, оставши без спољне реакције, лако избија прозоре,



Сл. 110. — Водена пијавица.

врата, па скида и кров грађевине. Затим, јак ветар довршује рушење и зидова и свих других објеката у домашају вихора.

Пречник олујног вихора може бити од свега неколико метара па до око 200 метара.

У средишту вихора постоји и веома јака струја увис. Она је нарочито упадљива када се вихор спусти на водену или пешчану површину. У томе случају читав стуб пенушаве воде (сл. 110), односно песка или прашине, диже се у облак. У првом случају вихор се назива *водена пијавица* (trombe marine), а у другом *пешчани вихор*.

Узрок постанка ових олујних вихора није још довољно испитан. Верује се да ту највећу улогу игра вртлог са хоризонталном осовином, који постоји код сваког развијеног кумулонимбуса (стр. 224). Код тога вртлога, као што смо већ споменули, постоји каткад веома јака депресија, те се у циљу изједначења притиска врши усисавање ваздуха према средишту. Изгледа дакле да се ово усисавање врши на махове, према попуштању центрифугалне силе вртлога, и да та појава било изазива, или пак доприноси изазивању поменутих вртлога.

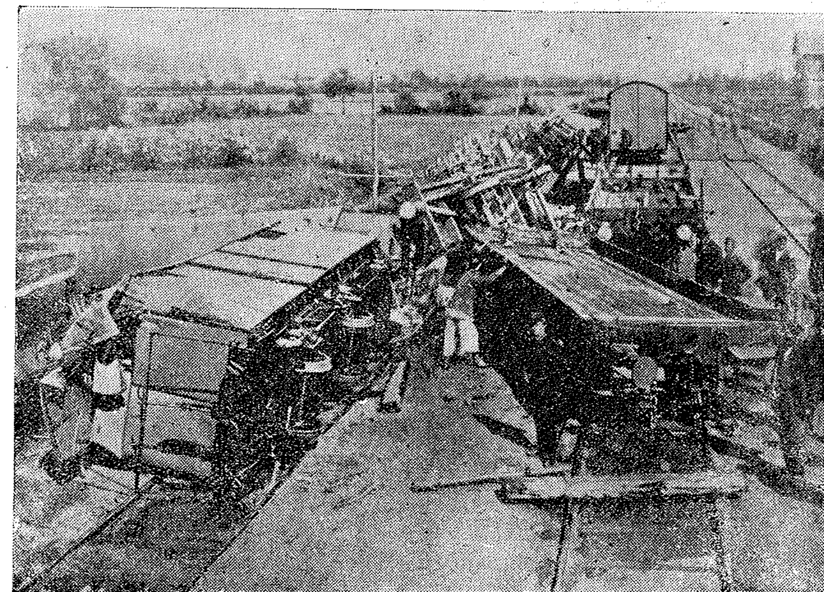
Да би се имао потпунији појам о дејству и структури ових олујних вихора, износимо овде, у изводу, опис једног конкретног случаја појаве олујног вихора у Новској (Славонија) и њеној околини од 31 маја 1892 године, по А. Мохоровичићу.

„У 16,16 часова пошао је мешовити воз из Новске за Нову Градишку. Једва се удаљио 150 м. када га је торнадо*) пограбио и растргао. Четири вагона са краја воза избацио је сасвим у правцу SW, пети је у истом правцу тек издигао са трачница, док је наредних пет вагова оставио на трачницама, али их је оштетио, затим је 11 вагона много оштећених лежало изван трачнице, али према NE, те су и натоварени мањи вагони (шиљани за босанске железнице), одбачени исто тако на NE. Предњи део воза, локомотива и још 6 вагона, остали су неповређени. Положај вагона пружа слику о снази торнада и о правцу појединих делова вртлога. Вагони који су остали на трачницама, били су на средини торнада, те су ударац добили са NE према SW. Вагони пак помакнути према NE, доспели су били на југоисточни део торнада, те су ветар добили са SW. Тако се јасно види циклонско (кружно) струјање код торнада.

„Последњи је вагон одбачен 30 метара од трачница и то таквом висином, да је *прелетео преко телеграфских жица.* Вагон је био 13—14 тона тежак, те се притисак учињен на њега цени на 2000 кгр. по квадратном метру, што одговара брзини од 103 мет/сек. отприлике. Брзина ветра дакле на западној (стражњој) страни торнада била је највећа, што иначе доказује и пустошење нађено на путу торнада. Кровове станичних зграда све је здувао ветар. Једну 17 годишњу девојку је дигао у вис и на приличну удаљеност однео собом. У шуми је око 150.000 букава и храстова — са пречником од 0,7 до 1,2 мет. — лежало на земљи, као да су метлом сметени и то: на западној страни сваљени према SSW, а на источној према NNE, што опет упућује на циклонско врћење.

*) А. Мохоровичић је вихор називао: „торнадо".

По исказу очевидаца управо су два вртлога пустошила: један код воза при склизању вагона, са пречником од 1200 метара отприлике, а други у шуми са пречником од 2300 метара.



Сл. 111. — Рушевине вихора на железничкој станици у Новској 31 маја 1892 г.

Пут овога последњег био је 3,5 км. дуг. Спољашњи знаци били су: из сталног облака висио је левак горе шири, према доле све тањи, на земљи опет шири; брзо обртање са десна у лево, дакле циклонско, у унутрашњости вртлога; јако шуштање, слично експлозији. Споредне појаве: тутњава, велики пљусак и град.

„Поједина зрна града била су дугачка 8, а дебела 2 - 3 см. При избијању олује наступио је потпун мрак, тако да је жена шефа станице запалила лампу. Онда је изашла на ходник, и када се хтела вратити, није могла отворити врата ни уз при-

помоћ слуге, иако су се врата унутра отварала. У тај мах се чуо такав тресак као да се 100 ракетла распрсло, тако да ни то нису чули, да им је кров с главе одлетео. Како је почело бити видно, врата су се одмах отворила, а прозори су са оквирима заједно попадали у собу. Ово донекле показује колика је била разлика у ваздушном притиску, која је могла постојати при пролазу торнада. Притисак је на средини торнада



Сл. 112. — Оборена дрвећа у шуми код Новске од стране вихора од 31 маја 1892 г.

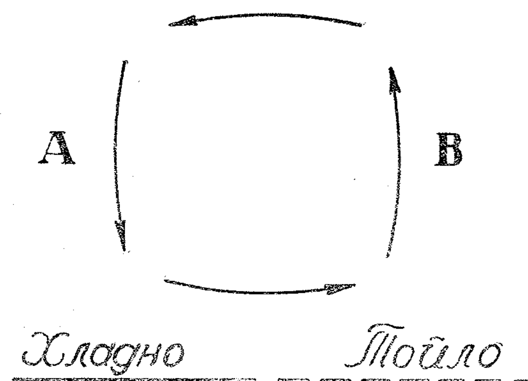
морао бити врло низак, јер ни њих двоје нису могли отворити врата, а и разлике између средине и краја торнада биле су врло знамените, јер је одмах затим притисак спољашњег ваздуха тако појачао, да је утиснуо и врата и прозоре“.

Пустош који је описани вихор учинио, како на станици, тако и у шуми код Новске, види се на сликама 111 и 112.

Топлотни (сунчани) вихори (вихорићи). — Ови се вихори стварају у ведре и тихе дане, када Сунце знатно припече. Међу њима се разликују два типа: један са *вертикалном*, а други са *хоризонталном осовином*. Ни један ни други не

претстављају тежак атмосферски поремећај, нити дају водених талога. То су локалне појаве скоро безначајне са метеоролошког гледишта, али имају значаја за ваздухопловство, па ћемо их са тога гледишта овде и приказати.

Топлотни вихори са *вертикалном осовином* стварају се при јакој сунчевој припеци, због местимично јачег загревања приземних ваздушних маса. Загрејане ваздушне масе дижу се нагло увис и при уздизању круже (врте се) око вертикалне осовине. Уздизањем топлих ваздушних маса ствара се извесна депресија на земљиној површини, због које се околне хладније ваздушне масе, у виду циклонских струјања, упућују према образованом вртлогу, заравњују депресију и тиме чине



Сл. 113. — Шема струјања код топлотног вихора са хоризонталном осовином.

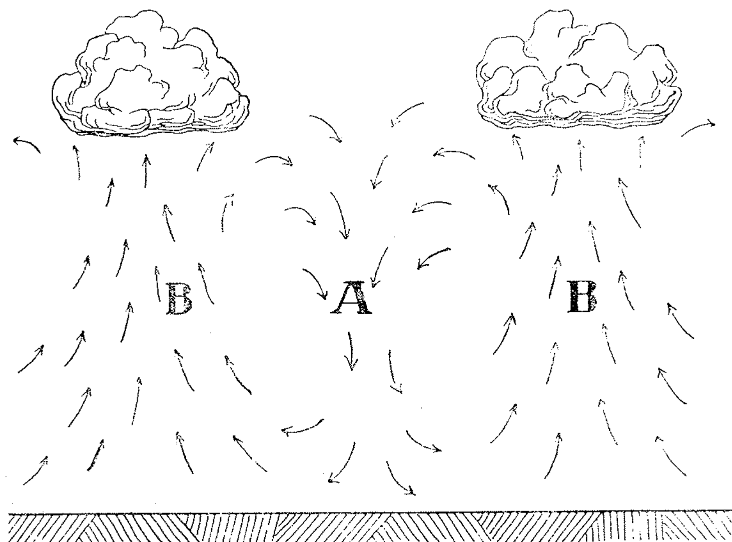
крај овој вртложној појави, без икакве приметне измене владајућег времена.

Ови су вртлози видљиве појаве, јер их чини видљивима прашина, лишће и други лаки предмети које собом уздижу вртложне, односно успоне струје. У највећем броју случајева они су веома малих димензија и слабог интензитета, а каткад, али ретко у нашим крајевима, бивају и јако развијени и снажни. У првом случају њихов пречник износи једва по неколико метара, а не осећају се на већим висинама од 100—200 метара. У другом пак случају они спадају у *суве олује*, о којима смо већ говорили на страни 223.

За ваздухоплове ови вихори имају значаја у толико, што чине јака ваздушна комешања („ремуе“, „бацања“) која

ове колебају при ниском летењу, а могу их и сурвати ако је вихор јако развијен.

Топлотни вихори са *хоризонталном осовином* су бројнији од првих. Они се стварају изнад предела где постоји извесна разлика у природи земљине површине, као између воде и копна, пошумљених и непошумљених предела, наге земље и оне обрасле травом итд. Различите површине различито се загревају, па отуда при сунчаном дану настају следећа ваздушна кретања: изнад више загрејаног земљишта топлији ваздух се диже увис, а на висинама се упућује према хладнијој



Сл. 114. — Сунчани вихор.

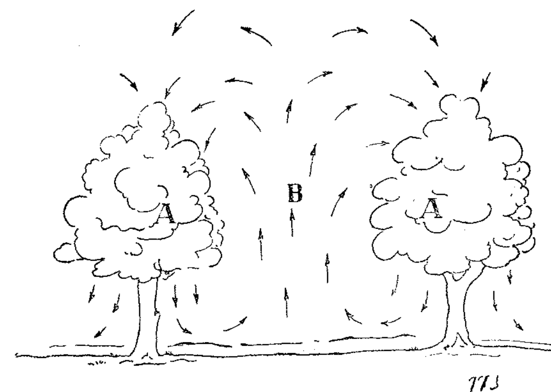
земљиној просторији (сл. 113). Тамо се ваздух спушта земљи и у приземљу чини јачи притисак, него што је притисак над топлијим пределом. Отуда се у приземљу ваздух упућује са хладније према топлијој просторији и тиме се затвара обруч кружења ваздуха у вихору са хоризонталном осовином.

Интензитет и димензије струја код топлотних вихора сразмерни су разлици у температури и величини тих суседних просторија неједнаке температуре. Како је земљина површина веома различита, то, при сунчаном дану, постоје и многобројни вихори ове врсте.

Успоне струје изнад влажних просторија узносе собом и

велике количине водене паре, од које се образују облаци кумулуси, као што приказује слика 114. И на овој слици видимо шему струјања ваздушних маса такође вртложног карактера. Чак и код усамљеног дрвећа примећују се слична струјања (сл. 115).

Наведени примери дају слику структуре разних ваздушних маса при сунчаном дану, и сада је лако закључити где су за ваздухопловце опасне зоне, а где не. На пример: када аероплан прелази ваздушни стуб B (сл. 113 и 114) појмљиво је да ће бити потхваћен успоним струјама и потиснут навише, док ће код тачке A, напротив, бити мање или више сурван наниже.



Сл. 115. — Струја код усамљеног дрвећа

Ови вихори имају велику сличност дневним ветровима (стр. 85), само су они мање хоризонтални ветрови, а више вертикално-вртложне струје. Висина успоног кретања ових струја износи: у зиму 200—300, а у лето 1500—1800 м.

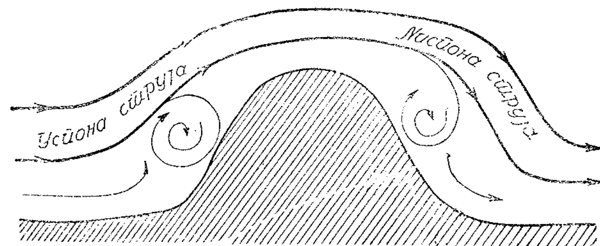
Ови се вихори јављају у сваком годишњем добу, само су у зиму слаби, а у лето јаки. У подне су најинтензивнији и производе најјаче „бацање“ ваздухопловних апарата. Иначе су они познати у ваздухопловству и под именима: *ваздушни понори*, *ваздушне рупе*, *рему-и* и слично.

Ваздушни понори (вирови, „рупе“). — Стуб ниспоних ваздушних струја (код тачке A на сл. 114) је у ствари стуб понирућег ваздуха. На горњем делу тог стуба је увор (упадање) ваздушних маса, које даље понирују према земљи. Аероплан у томе стубу такође понире, „пропада“, сурвава се,

па је отуда ова појава од стране ваздухопловаца названа: *„ваздушни понор“, „ваздушни вир“, „ваздушна рупа“, „пропадање“, „бацање“, „безваздушни простор“* и слично.

У понорима нису увек једноставна праволиниска струјања озго наниже, као што то приказује сл. 114, већ ту бива у извесној мери и спиралног кретања, слично спиралном кретању воде у вировима. Ваздушни понори у ствари и нису друго до *ваздушни вирови*, који се у изразитом облику стварају нарочито изнад мањих језера и усамљених шума.

Рему-и.*) — Под овим именом разуме се свако неправилно ваздушно кретање које изазива колебање ваздухоплова као: узбурканост или комешање ваздуха, нагли удари ветра, одбијање ветра од појединих објеката на земљи итд. Најнепријатнији су ремуи које чине успоне и ниспоне ваздушне струје топлотних вихора о којима је напред било речи. Како су ти вихори најинтензивнији у најтоплијем добу дана (око подне) то су и ремуи тада најактивнији.



Сл. 116. — Орографски вихори.

Динамички вихори. — Вртложења ваздуха при одбијању ветра од разних објеката називају се: *динамички вихори*. Ови вихори могу бити врло различити и по димензијама, и по интензитету, и по структури, што све зависи од облика и положаја објеката, као и од брзине ветра. Најпознатији су такозвани *улични вихорићи*, које ветар ствара при одбијању, односно при струјању поред разних објеката.

За ваздухопловце су од великог значаја тзв. *орографски вихори*, са хоризонталном осовином, који се образују у бреговитим крајевима, нарочито при бочном нападу ветра на поједине планинске венце.

*) Француска реч „remous“ = узбуркано стање.

Ветар који окомито напада планинску страну чини јачи притисак на више, него на ниже делове дотичне стране. Због тога се један део главне струје одваја наниже, а потом спирално савија, образујући вртлог са хоризонталном осовином, као што приказује сл 116 (леви вртлог).

С друге стране планинског гребена, ваздушна струја, тежећи да продужи хоризонтално кретање преко гребена, изазива усисавање ваздуха оздо и тиме се образује извесна депресија поред дотичне планинске стране. Услед тога се одваја један део ваздуха од главне ваздушне струје и овај образује такође вртлог са хоризонталном осовином, као што се види на слици 116 (десни вртлог).

У колико су планински венци узвишенији и нагиб страна стрмији, у толико су повољнији услови за образовање динамичких вихора. Снажност вихора зависи од јачине ветра, и управо она је сразмерна његовој јачини. При слабијем ветру од 7 м/сек. не врши се образовање значајних динамичких вихора.

ДЕО ПЕТИ

ПРОГНОЗА ВРЕМЕНА*)

Појам о прогнози времена. — Прогноза**) уопште значи одређавање исхода неког стања, које је већ у току или у очекивању, а „прогноза времена“ значи одређивање будућег времена, што се обично каже: предвиђање, претсказивање или прорицање времена и слично. Разуме се да је од највећег значаја знати унапред шта се има догодити ма у коме било смислу, па је и одређивање будућег времена најважније питање и управо највиши циљ метеорологије.

Али „прогноза“ у литерарном смислу те речи не значи радњу апсолутне тачности, нити је могуће са апсолутном тачношћу одређивати икакве будуће догађаје. Она претставља само приближну тачност, вероватноћу, могућност, а не апсолутну сигурност. Другим речима прогноза је *рачун вероватноће.* Зато се често многи разочарају који очекују да прогнозе буду потпуно и у сваком датом случају тачне.

Даље пак, прогноза времена није ствар неког предосећаја, инстинкта, нагађања или гатања, као што то многи замишљају, нити је метеоролог богодана личност са предиспо-

*) Као што смо и у почетку ове књиге нагласили, прогноза времена чини посебни део науке о времену и, заправо, њено изучавање спада у *виши течај метеорологије.* Отуда у овој књизи *елементарне метеорологије* и није најбоље место за прогнозу времена. С друге стране, и када би се унела у ову књигу комплетна теорија о прогнози времена, са обавезним многобројним примерцима синоптичких карата, књига би постала с једне стране сувише велика и скупа, а с друге сувише стручна, те би у сваком случају била неприступачна за шире слојеве, којима је у главном намењена. Али пошто нема изгледа да ће се ускоро појавити комплетно дело о прогнози времена у нашој земљи, а да би читаоци ипак били бар донекле упућени у суштину ове науке, а нарочито да би се разбиле многобројне предрасуде које постоје о предвиђању времена, изнећемо даље макар главније појмове о прогнози времена и указаћемо пут којим модерна метеорологија долази до закључка о будућем времену.

**) Од грчке речи *prognosis* = предвиђање.

зицијама за пророчанства или видовитост. Метеоролошка прогноза је заснована искључиво на конкретним подацима о владајућем стању времена и на познавању правила о мењању (еволуцији) времена, као што ћемо то даље приказати.

Прогноза времена заснована на запажању физиолошких промена код човека, на посматрању животиња, птица, инсеката, биљака итд., као и на посматрању месечевих мена, не спада у научну прогнозу времена и њоме се не бави модерна метеорологија.

Врсте прогноза времена. — Прогноза времена може бити *општа*, *обласна* и *месна (*или *локална*), као и *краткорочна* и *дугорочна*.

Општа прогноза обухвата велике земаљске површине, читаве државе па и читаве континенте. Она се заснива на праћењу временских појава већег стила, као што су циклони и антициклони. Она дакле указује куда ће и у коме времену проћи те велике временске формације и какав ће њихов ефекат бити у појединим крајевима, дајући тиме индикације за одређивање обласне и месне прогнозе.

Обласна прогноза се издаје за мање пределе (за поједине покрајине) и она се заснива:

1 — на индикацијама опште прогнозе,

2 —- на праћењу еволуције временских појава на своме подручју и у суседним крајевима и

3 — на познавању орографских прилика и климатског карактера своје покрајине и суседних области.

Обласна прогноза дакле пружа ближе податке о времену које се има очекивати у дотичној области.

Месна или *локална прогноза* издаје се за извесно место и његову најближу околину. Она проистиче из обласне прогнозе, са специјалним обзиром на топографске прилике и опште метеоролошке услове места за које се прогноза издаје.

Краткорочне прогнозе су оне метеоролошке прогнозе које се издају за извесно кратко време унапред, на пример за 12, 24, 36, и 48 часова. Доста се често издају прогнозе са важношћу до 3 дана, али ретко за дуже време. Само уособито повољним (стабилизованим) временским приликама могу се прогнгзе времена издавати најдуже за 6 дана. При овоме, разуме се, у колико је рок прогнозе дужи у толико је њена сигурност мања.

Дугорочне прогнозе су оне прогнозе које се издају на основи вишегодишњих података о кретању времена у извесном пределу и у одређеном годишњем добу. Овим се прогнозама не одређује карактер времена за поједине дане или недеље, већ се указују само могуће временске прилике у дотичном пределу у извесном годишњем добу или, у најбољем случају, у извесном месецу. Ове дугорочне прогнозе са своје недовољне одређености и немају карактер прогноза, већ се издају више под видом статистичких података о: средњој вредности, честини јављања, екстремним вредностима итд. појединих метеоролошких елемената. С тога се даља излагања неће односити на дугорочне, већ само на краткорочне прогнозе.

Организација прогностичке службе. — Рекосмо да је основ за прогнозу времена постојеће временско стање и и да је за њено одређивање нужно познавање правила о мењању времена. Метеоролог, дакле, најпре проучава владајуће стање времена, поставља дијагнозу, па тек онда прогнозу, као што и лекар најпре прегледа болесника, па онда преписује рецепт. Али, упознавање владајућег стања времена је веома опсежан и сложен посао, који захтева и широку организацију у техничком погледу Тако је за издавање прогнозе времена потребно:

1) да мрежа метеоролошких стрница буде што шира и гушћа и, да станице буду правилно распоређене обзиром на орографске и климатске услове појединих предела.

2) да на метеоролошким станицама има довољан број добрих, савесних и по истој доктрини обучених метеоролошких осматрача.

3) да метеоролошка осматрања буду што чешћа и беспрекорно исправна, како се по њима не би стекао погрешан појам о владајућем времену.

4) да се подаци о осматрањима метеоролошких станица сакупљају на једном месту — код прогностичких завода.

5) да установа (завод) која врши прогнозу времена располаже:

а) добрим и сигурним везама за брзо прикупљање метеоролошких података од метеоролошких станица.

б) довољним бројем извежбаног техничког особља за брзо дешифровање метеоролошких података и израду временских (синоптичких) карата и

в) довољним бројем специјалисаних стручњака — прогностичара.

Само овако организован апарат може се бавити прогнозом времена и само при таквој организацији могу се очекивати добре прогнозе.

Улога и рад метеоролошке станице. — У прогностичком смислу једна усамљена метеоролошка станица нема великог значаја и она се не сматра прогностичком установом. Од ње се дакле не могу ни захтевати, нити очекивати прогнозе времена.

Метеоролошка станица је само стручно опремљена осматрачница са које се врши осматрање (мерење, процењивање) владајућег временског стања. Своје наласке метеоролошка станица уписује у књиге и обрасце, које има у својој опреми, а осим тога доставља их најбржим путем (путем телефона, телеграфа или радиотелеграфа) оној метеоролошкој установи која издаје прогнозу времена, или која се стара о метеоролошком обезбеђењу ваздушне пловидбе.

Размак између појединих метеоролошких станица треба да је толики, да се њихови међусобни видици додирују, тј. где се завршава видик једне, да се ту наставља видик друге станице. Али ово правило важи више за равничасте пределе, док у планинским пределима метеоролошке станице треба постављати на врхове и подножја сваке значајније планине.

Према међународним прописима свака метеоролошка станица дужна је да врши најмање три осматрања дневно и то: у 7, 13 и 9 часова, а по могућству и једно осматрање ноћу у 1 час, по средњеевропском времену. То су тзв. међународна (или синоптичка) осматрања, чији се резултати бежичним путем размењују између појединих држава.

За потребе климатологије метеоролошке станице врше још три дневна осматрања у 7, 14 и 21 час по локалном времену.

За потребе пак ваздушне пловидбе међународни прописи предвиђају осматрања и достављања метеоролошких података свако пола сата у току дана. Али због неразвијености сретстава за достављање метеоролошких података (телефонских, телеграфских и радио веза), овако честа осматрања нису остварена у свима државама, где спади и наша земља Код нас се метеоролошка осматрања за ваздушну пловидбу за сада врше свака два сата у току дана, а ноћу по потреби. Честа метеоролошка осматрања за ваздушну пловидбу су нужна због потребе непрестаног обавештавања ваздухоплова који врше даљна летења.

Метеоролошки подаци, који се користе за прогнозу времена и за обезбеђење ваздушне пловидбе, шифрују се по нарочитим кључевима и у виду шифрованих телеграма достављају се заинтересованим установама.

Временске (синоптичке) карте. — Проучавање временског стања и одређивење прогнозе времена засновано је на изради *временских* или *синоптичких карата* о којима је већ било речи на страни 172 Метеоролошки подаци како пристижу у прогностички завод, тако се, помоћу нарочитих знакова (стр. 248), одмах уносе у временске карте. Потребно је да се подаци примају са што већих земаљских површина како би се на тај начин обухватио што већи низ временских појава и, како би се тиме омогућило проучавање узајамних односа тих појава, пошто су ове последње скоро увек у зависности једна од друге. Затим је потребно да су рокови осматрања што чешћи, како би се омогућило праћење свих временских промена које наступају.

Метеоролог проучава време на синоптичкој карти, као што се проучава земљопис на земљописној карти. Ту он, имајући на карти убележене све метеоролошке податке, види преглед свих временских појава које владају у пределима које обухвата синоптичка карта, Тако он види: распоред притиска, температуре, влаге, облака, водених талога, ветрова итд. Једном речју он види: места, стање, интензитет, узајамни однос итд. свих временских појава од часа када је вршено осматрање.

Ради боље прегледности метеоролошких елемената, у прогностичком се заводу обично ради више синоптичких карата од једног осматрања. На пример:

— једна карта обично садржи опште стање (превлађујући карактер) времена, што се обично каже *стање неба*, које је оличено распоредом облака, степеном наоблачености или појавом водених талога; затим поделу притиска, температуре, влаге и ветрова. Ова се карта зове *„главна карта“*.

— друга карта, звана *„облачна карта“*, пружа поименичне податке о распореду облака (облачних система), њиховом правцу и брзини кретања, њиховој висини; затим о рас-

пореду магле, видљивости, количини талога, висини снега, стању земљишта и слично.

– трећа карта (или низ карата) садржи податке о правцу и брзини ветра на разним висинама.

— четврта, пета и шеста карта садрже податке о кретању притиска за последњих 3, 12 и 24 часа, који су подаци од велике важности за прогнозу времена. Прва се карта зове *„карта тенденције“*, а друге две *„карте варијације притиска“*. Иначе се све ове карте зову *„карте изалобара“*.

— седма и осма карта приказују минималну и максималну температуру.

— девета карта (или више ових карата) пружа податке о променама температуре у извесним роковима, која се иначе зове *„карта изалотерми“*.

Овако се може наставити још читав низ разних временских карата, које су корисне за разне временске прилике, као што би могле бити: карте разних оптичких појава на небу, грмљавине, електромагнетских поремећаја итд.

Степен организације прогностичког завода условљава број и степен израде синоптичких карата, а доследно томе и степен вредности (квалитет) прогноза времена.

Синоптичка*) метода предвиђања времена. — Једна серија синоптичких карата, која, као што рекосмо, пружа само податке о тренутно владајућем времену, није довољна за прогнозу времена. Из стања које је владало у тренутку осматрања не можемо много знати, ни шта је било раније, нити шта ће наступити касније. Потребно је дакле ући у *ток времена* и уверити се које су фазе поједине временске појаве преживела до тренутка осматрања, (анологно тумачењима у IV делу ове књиге), па тек на основи тога, и на основи познавања правила за даљу еволуцију времена, закључити будуће време.

При овоме треба имати у виду, да се време непрестано мења, и у времену и у простору, и да временске појаве путују великом брзином. Најчешће се временске појаве крећу брзином између 40 и 80 км. на сат, а то је средња брзина брзих возова.

Осим упознавања поделе (простирања), стања, интензитета и ефекта, за прогнозу времена је од највећег значаја и: *познавање смера и брзине кретања појединих временских појава.*

*) Од грчке речи sunoptikos = преглед, обухват једним погледом. Ближи појам и синоптичкој методи дат је на стр. 172.

Да би се дакле ушло у ток времена, односно да би се дознао степен еволуције појединих временских појава, као и смер и брзина њихова кретања, израђују се, у извесном размаку времена, нове серије синоптичких карата на основи све новијих и новијих података од метеоролошких станица. Редовно се раде серије синоптичких карата сваких 6 часова размака, например: у 7, 13 и 19 часова по средњеевропском времену, а по могућству и у 1 час ноћу, саобразно часовима осматрања метеоролошких станица (стр. 242). За потребе ваздушне пловидбе синоптичке карте се раде: дању најмање свака два сата, а ноћу по потреби.

Овако израђујући серију за серијом синоптичких карата, и упоређујући новије карте са ранијима, метеоролог установљава, како индивидуалне промене, тако и смер и брзину сваке временске појаве. Тако дакле метеоролог улази у *траг* и у *ток* временских појава, тако он ове појаве даље узастопно прати и на томе он управо и заснива своју прогнозу. Даље је само ствар вештине метеоролога: како ће проценити временску ситуацију, теренске прилике, смер и брзину кретања временских појава итд., те коначно како ће донети свој суд о будућем времену. Све ово последње зависи само од спремности и способности метеоролога за предвиђање времена.

Овај синоптички начин предвиђања времена је једини начин који признаје модерна метеорологија.

Предвиђање времена помоћу инструмената. — Многи верују да поједини метеоролошки инструменти непосредно показују будуће време. То је заблуда. Инструменат, као мртва ствар, може показивати само тренутно стање елемента коме служи. Познавање пак тренутног стања неког елемента не значи ништа за будућност ни самог тог елемента, а још мање за будуће стање времена. Само праћењем рада неког инструмента кроз извесно време можемо доћи до корисних података у прогностичком смислу. Наиме, рад инструмената показује ток (промене) одговарајућих елемената, а ток ових је увек у вези са током временског стања. На пример: ако барометар расте, значи да наступају сувље и теже ваздушне масе, те се лако можемо надати ведринама; обратно, ако барометар опада, знак је да наступају топле и влажне (лакше) ваздушне масе, које обично доносе кишу. Исто тако при посматрању хигрометра: ако влага расте пре се можемо надати киши, него у обратном случају.

И други метеоролошки инструменти могу на сличан начин бити од користи у погледу прогнозе времена, али се не може од њих захтевати непосредно показивање будућег времена.

Критика прогнозе времена. — Навикли смо да чујемо са многих страна неподударност издате прогнозе времена у неком месту или крају. Ретко се ко у оваквим случајевима обраћа метеорологу да од њега чује разлоге за „нетачну" прогнозу, а и метеоролог опет није у стању да свакоме посебно даје објашњење по томе. Зато ћемо овде покушати да читаоцима прогнозе времена разјаснимо и овај случај.

На првом месту потсетићемо да прогноза не значи апсолутну тачност, јер, данашње стање науке није још на тој висини да се могу издавати потпуно тачне прогнозе, макар и при најсавршенијој организацији метеоролошке службе. Највећи успех постигли су до сада Американци са 88% добрих прогноза. У западним и северним државама Европе издају се прогнозе са тачношћу до 80%, тј. од 10 прогноза најмање су 2 погрешне.

Код нас у Југославији заправо се нико и не бави правом прогнозом времена за јавност. Прогнозе времена Ваздухопловне метеоролошке службе, које се, у недостатку других, објављују преко новина, нису резултат неке нарочите студије времена за јавност, већ узгредни посао војног меторолога, чији је задатак искључиво студија времена за ваздушну пловидбу. Војни метеоролог овоме прогностичком послу за јавност посвећује једва четврт сата дневно, па је појмљиво да тај посао мора бити површан.

С друге стране, садашње прогнозе Ваздухопловне метеоролошке службе имају карактер „општих" прогноза, па у њима не треба тражити детаљне податке о времену за свако место у Југославији. Оне дакле пружају податке само о могућим временским типовима у целој земљи, а изузетно и у појединим покрајинама.

Велика незгода за добар прогностички рад у нашој земљи лежи и у овим битним недостатцима наше организације:

— што је број добрих метеоролошких станица веома мали према пространству наше земље и према теренским и метеоролошким условима. (Често се поједине временске појаве, као локалне олује, пљускови итд., одигравају у пределима где

нема ни једне метеоролошке станице, те метеоролог за њих уопште ништа и не сазна).

— што у нашој земљи није извршено уједињење метеоролошке службе већ је ова раздељена на *шест* независних организација, чија су средишта у Н. Саду, Београду, Загребу, Љубљани, Сарајеву и Сплиту, а између којих не постоји скоро никаква сагласност, како у погледу вршења стручне службе, тако и у погледу обуке особља, метода рада итд.

— што географски услови у погледу повољности за постанак, развитак и преображај временских појава код нас нису још проучени и познати.

Поред ових битних чињеница имао би да се помене још и велики број питања која нису код нас нашла правилно решење и о која се спотичу и прогнозе времена, али у та питања овде не можемо улазити.

Најзад ћемо напоменути да ни сам појам „време" нема одређеног облика. Употреба израза „лепо" и „ружно" време, или оних поменутих на стр. 5, не одговара свачијем схватању и свакој посебној потреби. Саобразно томе није могуће ни поставити одговарајућа правила за предвиђање времена, па према томе ни задовољити сваког читаоца, сваку потребу или сваки крај.

Када се дакле имају у виду све напред поменуте прилике под којима се врши издавање прогнозе времена уопште, а посебно у нашој земљи, онда је право да се недужни метеоролози поштеде неповољне критике, јер ови зацело најбоље мисле да својим радом учине добро.

ЗНАЦИ

који се употребљују на временским картама и метеоролошким публикацијама.

- Ведро
- Облачно 1/10
- Облачно 1/4
- Облачно 1/2
- Облачно 3/4
- Облачно 9/10
- Потпуно облачно
- Пљускови кише*)
- Измаглица (сипећа киша)
- Трајна киша
- Снег
- Суснежица
- Град
- Крупа
- Снег на земљи
- Ретка магла
- Густа магла
- Магла по земљи
- Сува магла
- Олуја (уопште)
- Сува (пешчана) олуја
- Вихор
- Блиска грмљавина
- Даљна грмљавина
- Севање (муња)
- Роса
- Слана (мраз)
- Иње
- Поледица
- Снежна мећава

- Круг око Сунца
- Круг око Месеца
- Дуга
- Поларна светлост

ВЕТАР:

Слаб	Од 0 до 2 м/с	
	„ 2 „ 4 „	
Умерен	„ 4 „ 6 „	
	„ 6 „ 8 „	
Јак	„ 8 „ 10 „	
	„ 10 „ 12 „	
Врло јак	„ 12 „ 15 „	
	„ 15 „ 18 „	
Оркан	(преко 18 м/с)	

Напомена: Стрелице означују смер ветра.

ФРОНТОВИ**)

- = Хладни фронт
- = Топли фронт
- = Оклузовани фронт
- = Високи хладни фронт
- = Високи топли фронт
- = Ветроделница
- = Хладне струје
- = Топле струје
- = Зона јаких талога
- = Зона слабих талога

МОРЕ

- Мирно
- Узбуркано
- Бура

Н = Низак притисак — циклон (депресија)

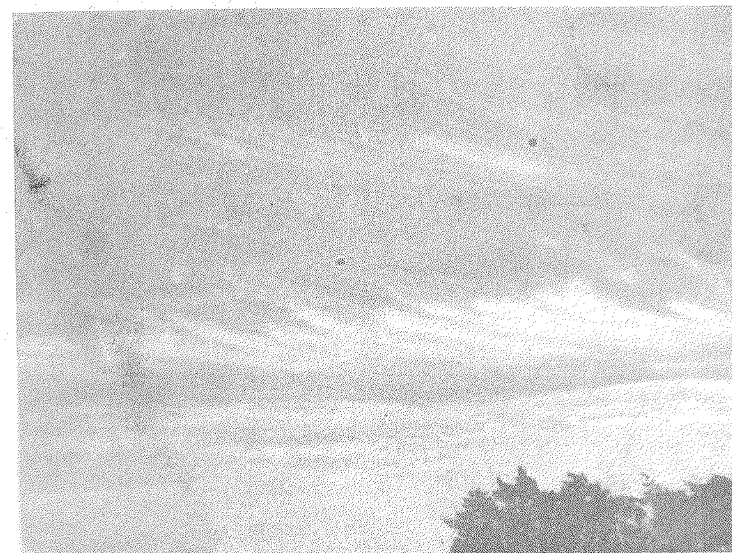
В = Висок притисак — антициклон

*) За ознаку интензитета кише, показане знацима за кишу, као и за ознаку падања кише у случају када је небо само делимично облачно, употребљују се ови знаци: = слаба, = умерена, и = јака киша. Ови се знаци стављају поред оних првих за чије ближе одређење служе.

**) Размакнути знаци фронтова значе слабе фронтове.



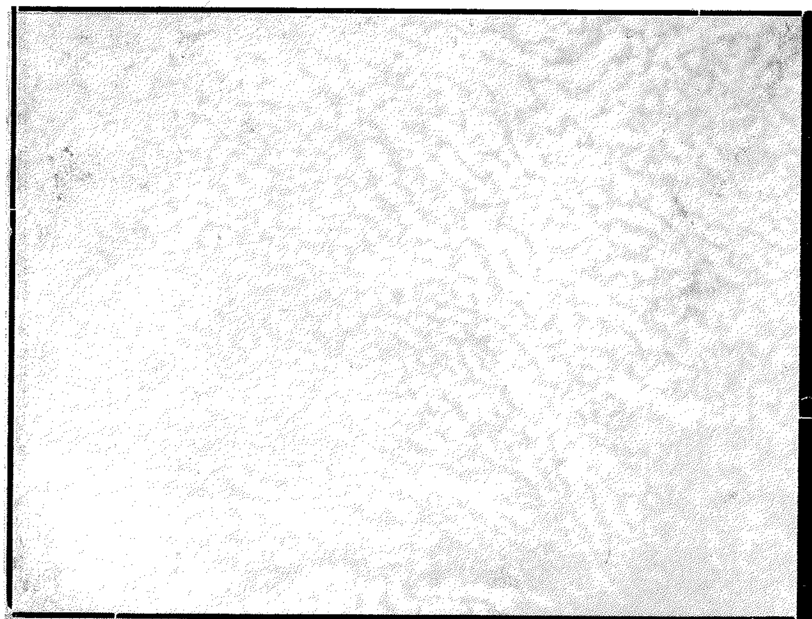
Сл. I. — Праменасти цирус — cirrus filosus
(Из међународног атласа облака 1930)



Сл. II. — Коврџасти цирус — cirrus uncinus
(Из међународног атласа облака 1930)



Сл. III. — Густ цирус — cirrus densus
(Из међународног атласа облака 1930)



Сл. IV. — Цирокумулус — cirrocumulus
(Из међународног атласа облака 1910)



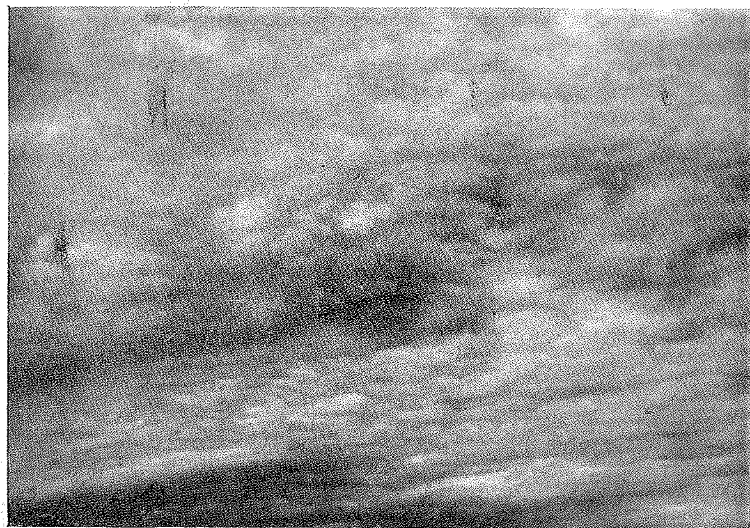
Сл. V. — Цирострату̂с са хало-ом — cirrostratus
(Из међународног атласа облака 1930)



Сл. VI. — Магловити цирострату̂с — cirrostratus nebulosus
(Из међународног атласа облака 1910)



Сл. VII. — Прозрачни алтокумулус — altocumulus translucidus
(Из међународног атласа облака 19.0)



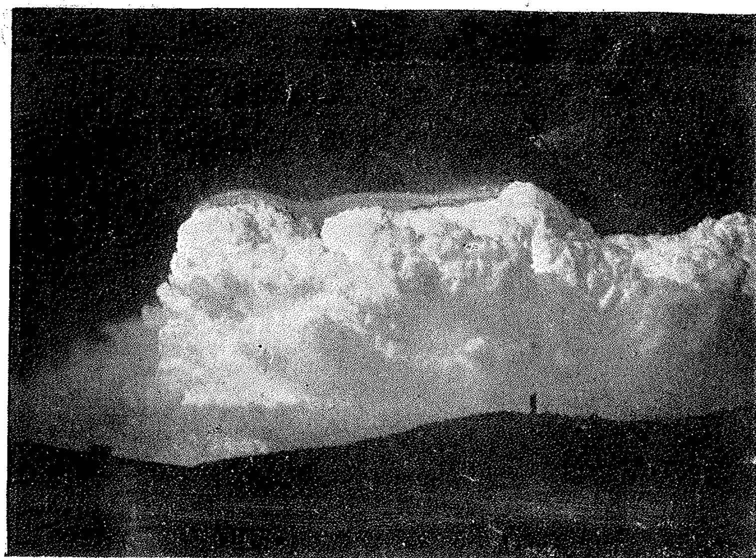
Сл. VIII. — Густ (збијен) алтокумулус — altocumulus opacus
(Из међународног атласа облака 1930)



Сл. IX. — Дењчасти алтокумулус — altocumulus flocus
(Из међународног атласа облака 1930)



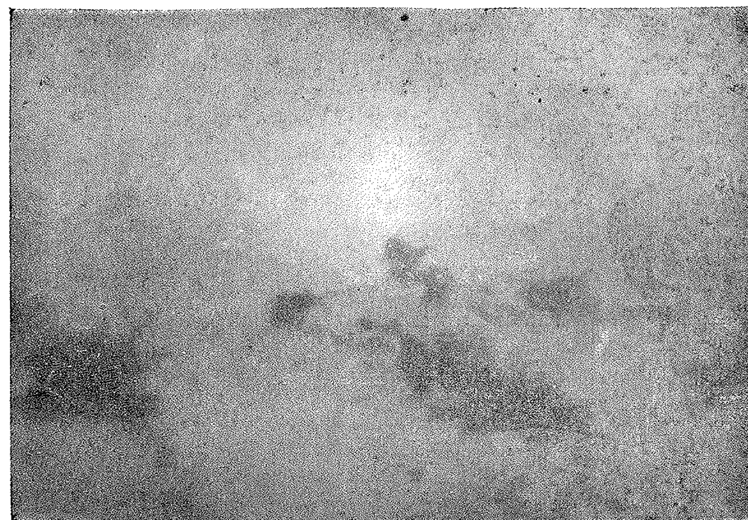
Сл. X. — Брегасти алтокумулус — altocumulus castellatus
(Из међународног атласа облака 1930)



Сл. XI. — Велики кумулус прекривен капом — pileus
Из књиге Hann-Süring: Lehrbuch der Meteorologie



Сл. XII. — Сочивасти алтокумулус — altocumulus lenticularis
(Иа међународног атласа облака 1930)



Сл. XIII. — Прозрачни алтостратус — altostratus translucidus
(Из међународног атласа облака 1930)



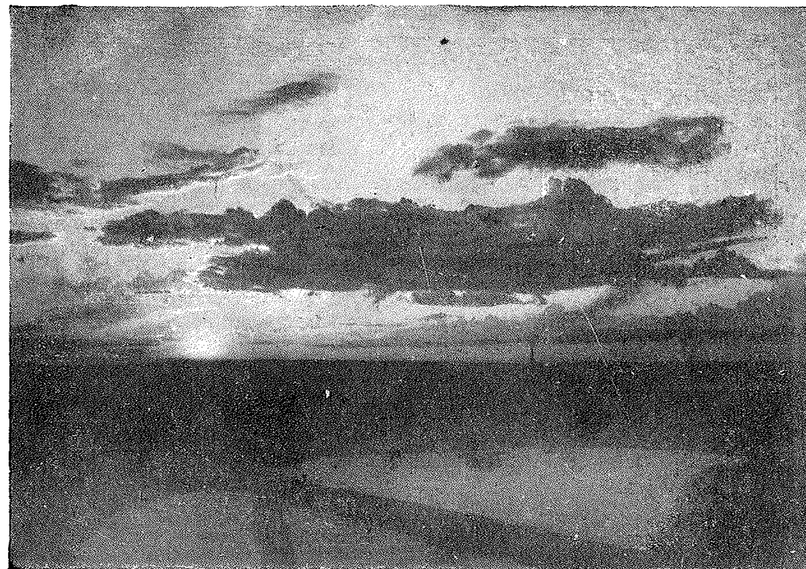
Сл. XIV. — Непрозрачни (густ) алтостратус — altostratus opacus
(Из међународног атласа облака 1930)



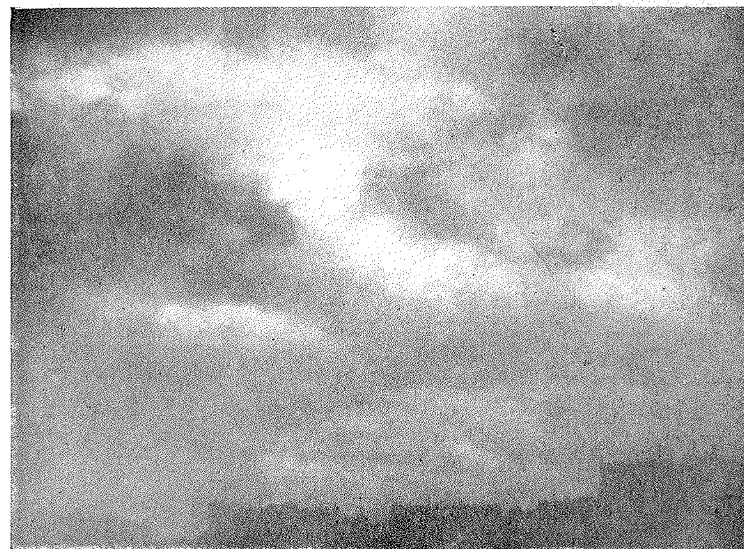
Сл XV. — Прозрачни стратокумулус — stratocumulus translucidus
(Из међународног атласа облака 1930)



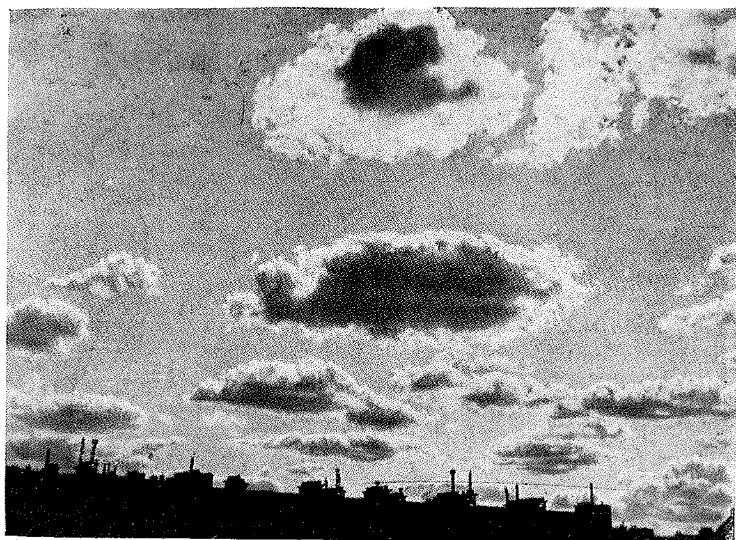
Сл. XVI. — Непрозрачни (густ) стратокумулус — stratocumulus opacus
(Из међународног атласа облака 1930)



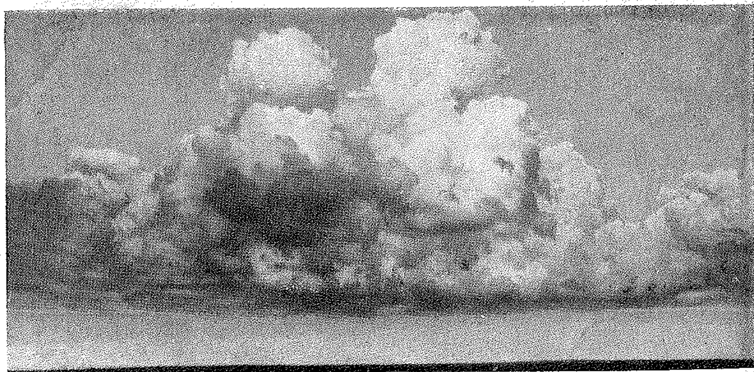
Ст. XVII. — Вечерњи стратокумулуси — stratocumulus vesperalis
(Снимак Вазд фото-школе Петроварадин)



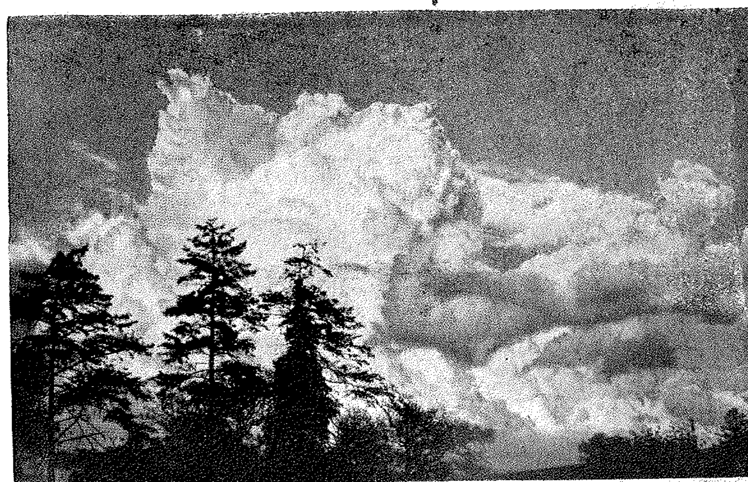
Сл. XVIII. — Нимбостратус (нимбус) — nimbostratus
(Из међународног атласа облака 1930)



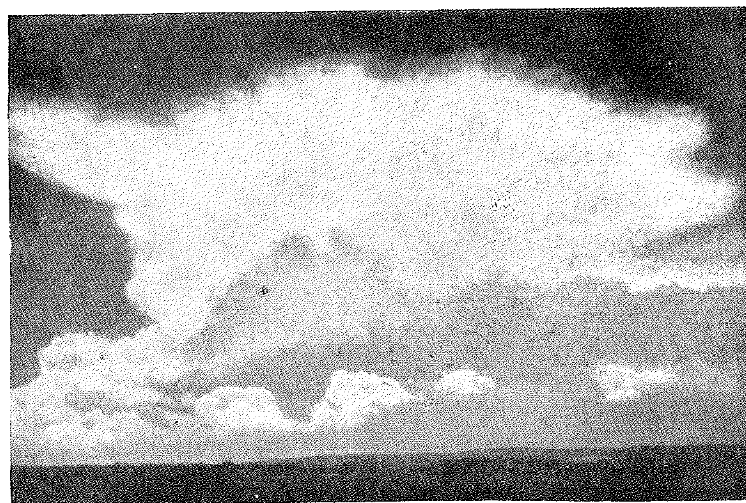
Сл. XIX. — Спљоштени кумулуси (кумулуси лепог времена) — cumulus humilis
(Из међународног атласа облака 1930)



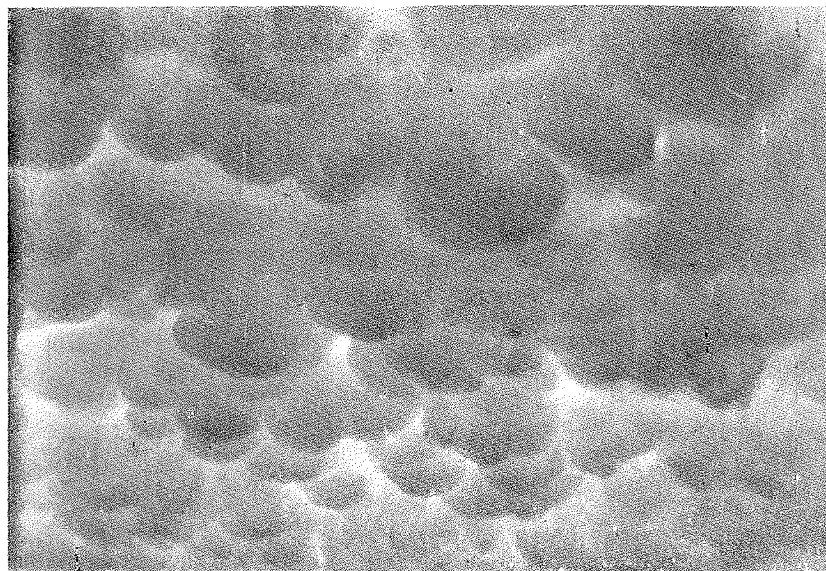
Сл. XX. — Гомиласти (надувени) кумулус — cumulus congestus
(Из међународног атласа облака 1930)



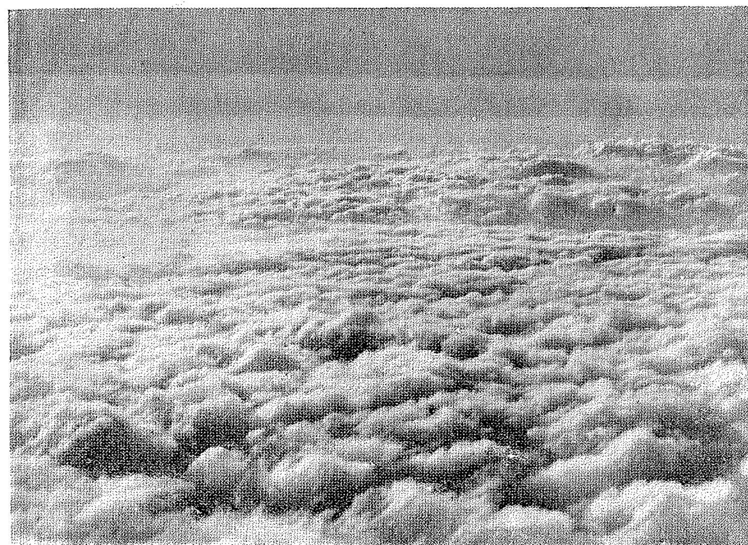
Сл. XXI. — Непрекривени (ћелав) кумулонимбус — cumulonimbus calvus
(Из међународног атласа облака 1930)



Сл. XXII. — Прекривени (лепезасти) кумулонимбус (наковањ) — cumulonimbus capilatus
(Из међународног атласа облака 1930)



Сл. XXIII. — Мамато кумулус — mamato-cumulus
(Из књиге Hann-Süring: Lehrbuch der Meteorologie)



Сл. XXIV. — Густ Алтокумулус гледан озго
(море од облака)

ЛИТЕРАТУРА

Француска издања

Angot A.: Traité élémentaire de Météorologie, Paris, Gauthiers Villars, 1927.

Angot A.: Instructions météorologiques, Paris, Gauthiers Villars, 1918.

Hildebransson – Teisserenc de Bort: Les bases de la Météorologie dynamique, Paris, Gauthiers Villars, 1898.

Baldit A.: Etudes élémentaires de Météorologie pratique, Paris,, Gauthiers—Villars, 1922.

Rouch J.: Manuel pratique de Météorologie, Paris, Masson 1921.

„ „: L'Atmosphère et la prévision de temps, Paris, Colin 1923.

Berget A.: Où en est la Météorologie, Paris, Gauthiers Villars, 1920.

„ „ : Les problèmes de l'Atmosphère, Paris, Ernest Flammarion 1922.

Berget A.: L'Air, Paris, Larousse, 1927.

Schereschewsky—Werlhé: Les Systèmes nuageux (Mémorial de l' O. N. M.), Paris, Etienne Chiron, 1923.

Besson L.: Apercu historique sur la classification des nuages, (Mémorial de l' O. N. M.), Paris, Etienne Chiron, 1923.

Cours de Météorologie de l'Office National Météorologique de France (1-11), Paris, Etienne Chiron 1925/26.

La Météorologie 1925—1932.

Немачка издања

Hann - Süring: Lehrbuch der Meteorologie, Leipzig, Tauchnitz, 1924/26.

Exner F.. Dynamische Meteorologie, Wien, Julius Springer, 1925.

Börnstein: Leitfaden der Wetterkunde, Braunschweig, Vieweg 1927.

Defant A.: Wetter und Wettervorhersage, Leipzig, Franz Deuticke, 1926.

Georgii W.: Wettervorhersage, Dresden, Theodor Steinkopff, 1924.

„ „ : Die meteorologischen Messmethoden, Handbuch der biologischen Messmethoden II. 4, B. u. W. Urban u. Schwarzenberg, 1924.

Georgii W.: Flugmeteorologie, Leipzig, Tauchnitz, 1927.

Bergeron—Swoboda: Wellen und Wirbel an einer quasi-stationären Grenzfläche über Europa, Leipzig, Geoph. Institut der Universität, Band III. Heft 2.

Schmauss A.: Das Problem der Wettervorhersage, Hamburg, Grand, 1923.

Linke—Clössner: Der Wetterkundliebe Unterricht, Frankfurt/M., Diesterweg. 1925.

Burghardt: Fliegerwetterkunde, Berlin, Carl Schmidt u. Co., 1927.

Kuhlbrodt E.: Boden — und Höhenwinde der Balkanhalbinsel, Hamburg, Deutsche Seewarte, 1923.

Kuhbbrodt E.: Klimatologie u. Meteorologie von Mazedonien, Hamburg, Deutsch Seewarte 1920.

Knoch K.: Die Hauptypen des jährlichen Ganges der Bewölkung über Europa, Berlin, Julius Springer, 1926.

Conrad V.: Beiträge zu einer Klimatologie der Balkanländer, (Sitzungsberichte, Abt. IIa), Wien, Alfred Hölder 1921.

Conrad V: Beiträge zu einer Klimatopographie von Serbien, Wien, 1916.

Meteorologische Zeitschrift, Braunschweig, Vieweg 1914—1932.

Analen der Hydrographie und maritimen Meteorologie, Berlin, Mittler. 1924—1931.

Енглеска издања

(норвешки писци)

Bjerknes V.: Dynamic, Meteorology and Hydrography (у немачком преводу I—II део, Braunschweig, Vieweg, 1912/13).

Bjerknes J.: On the structure of moving cyclones. Geofysiske Publikatiner Vol. I. No. 2 Kristiania (у француском преводу: „Ciel et Terre", Déc. 1920, Janv. 1921, Bruxelles).

Bjerknes Solberg: Meteorological Conditions for the formation of Rain. Geof. Publik. Vol II. No. 3. (у француском преводу: Mémorial de l'O. N. M. de France, Paris 1923.)

Bjerknes V.: On the dinamycs of the circular vortex with application to the atmosphere and atmospheric vortex and wave motions. Geof. Publik, Vol. II No. 4 Kristiania.

Bjerknes et Solberg: Life cicle of cyclones andthe Polar front theory of atmosferic circulation. Geof. Publik. Vol. III. No. I. (у француском преводу: Mémorial de l'O. N. M. de France, Paris 1923).

Bjerknes V.: On quasi static wave motion in barotropic fluid strata. Geof. Publik. Vol. III. No. 3 Kristiania.

Bjerknes J.: Diagnostic and prognostic application of mountain observation. Geof. Publik. Vol. III. No. 6 Kristiania.

Clayton H. W. (Сјед. Америч. Државе): World Weather, New York, Macmillan (у српском преводу од Ђ. Поповића, у рукопису).

Италијанска издања

Eredia F.: La Meteorologia, Roma, 1929.

Luigi de Marchi: Meteorologia generale, Milano, Hoepli, 1920.

Guiseppe Crestani: Meteorologia aeronautica, Milano, Hoepli, 1919.

Annuario del Ufficio presagi 1931. и 1932.

La Meteorologia pratica 1925—1932.

Rivista Aeronautica, IX, 1929.

Белгиска издања

Van der Broeck: Le Bulletin du Temps de l'Institut Royal Météorologique de Belgique — Mémoires, Vol. I. 1925.

Ciel et Terre 1920—1932.

Руска издања

Молчанов П.: Аерологија, Москва, Огиз—Гострансиздат, 1931.

Југословенска издања

Вујевић Павле: Основи математичке и физичке географије II 1926.

Вујевић Павле: Клима Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца (Цвијићев Алманах) 1924.

Вујевић Павле: О клими Војводине (Алманах „Војводина") 1924.

Вујевић Павле: О географској подели киша и режиму киша у нашој држави (Гласник Министарства пољопривреде и вода, бр. 20) 1927.

Вујевић Павле: О поднебљу Хвара, Гласник геогр. друштва св. 13—17, Београд 1927/31.

Kučera Oton: Vrijeme, Matica Hrvatska, Zagreb, 1897.

Mohorovičić Stjepan: Aerologijske studije iz kotorskoga zaljeva uz neke općene primjedbe, Stj. Kugli, Zagreb, 1917.

Mohorovičić Stjepan: Istraživanje vjetra u Radzeichówu, Stj. Kugli, Zagreb, 1918.

Skreb Stjepan: Oborine u Hrvatskoj i Slavoniji, Geofizički Zavod Zagreb, 1930.

Skreb Stjepan: Dnevni i godišnji period kiše u Zagrebu, Rad Jugoslovenske akademije 236, Zagreb, 1929.

Goldberg T.: Godišnja i dnevna perioda oblačnosti u Zagrebu, Rad Jugosl. akademije 241, Zagreb, 1931.

Maraković Milan: Studien über die Bora, Sarajevo, 1913.

Marki Erald: Klimatske prilike Dalmacije (Almanah „Dalmacija") 1932.

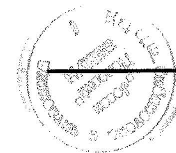


ТАБЛИЦА I.

РЕДУКЦИЈА БАРОМЕТРА НА 0°

Температура барометра	АТМОСФЕРСКИ ПРИТИСАК									
	680	690	700	710	720	730	740	750	760	770
° 0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0.2
2,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
2,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
3,0	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
3,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
4,0	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
4,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
5,0	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
5,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
6,0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8
6,5	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
7,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9
7,5	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
8,0	0 9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
8,5	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1
9,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
9,5	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2
10,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3
10,5	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
11,0	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4
11,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
12,0	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5
12,5	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6
13,0	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
13,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7
14,0	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8
14,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8
15,0	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9
15,5	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9
16,0	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0
16,5	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1
17,0	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2 1
17,5	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2
18,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3
18,5	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3
19,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4
19,5	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2.4	2,4

ТАБЛИЦА I.

РЕДУКЦИЈА БАРОМЕТРА НА 0°

(наставак)

Температура барометра	АТМОСФЕРСКИ ПРИТИСАК									
°	680	690	700	710	720	730	740	750	760	770
20,0	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5
20,5	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,6
21,0	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6
21,5	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7
22,0	2,4	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7	2,8
22,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8
23,0	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9
23,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9
24,0	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0
24,5	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1
25,0	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1
25,5	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2
26,0	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3
26,5	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3
27,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3	3,4
27,5	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4	3,4
28,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4	3,5	3,5
28,5	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4	3,5	3,5	3,6
29,0	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4	3,4	3,5	3,5	3,6	3,6
29,5	3,3	3,3	3,4	3,4	3,5	3.5	3,6	3,6	3,6	3,7
30,0	3,3	3,4	3,4	3,5	3,5	3,6	3,6	3,7	3,7	3,8
30,5	3,4	3,4	3,5	3,5	3,6	3,6	3,7	3,7	3,8	3,8
31,0	3,4	3,5	3,5	3,6	3,6	3,7	3,7	3,8	3,8	3,9
31,5	3,5	3,5	3,6	3,6	3,7	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9
32,0	3,5	3,6	3,6	3,7	3,7	3,8	3,9	3,9	4,0	4,0
32,5	3,6	3,6	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9	4,0	4,0	4,1
33,0	3,6	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9	4,0	4,0	4,1	4,1
33,5	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9	4,0	4,0	4,1	4,1	4,2
34,0	3,8	3,8	3,9	3,9	4,0	4,0	4,1	4,1	4,2	4,3
34,5	3,8	3,9	3,9	4,0	4,0	4,1	4,2	4,2	4,3	4,3
35,0	3,9	3,9	4,0	4,0	4,1	4,2	4,2	4,3	4,3	4,4
35,5	3,9	4,0	4,0	4,1	4,2	4,2	4,3	4,3	4 4	4,4
36,0	4,0	4,0	4 1	4,2	4,2	4,3	4,3	4,4	4,4	4,5
36,5	4,0	4,1	4,2	4,2	4,3	4,3	4,4	4,4	4,5	4,6
37,0	4,1	4,1	4,2	4,3	4,3	4,4	4,4	4,5	4,6	4,6
37,5	4,1	4,2	4,3	4,3	4,4	4,4	4,5	4,6	4,6	4,7
38,0	4,2	4,3	4,3	4,4	4,4	4 5	4,6	4,6	4,7	4,8
38,5	4,3	4,3	4,4	4,4	4,5	4,6	4,6	4,7	4,8	4,8
39,0	4,3	4,4	4,4	4,5	4,6	4,6	4,7	4,8	4,8	4,9
39,5	4,4	4,4	4,5	4,6	4,6	4,7	4,7	4,8	4 9	4,9
40,0	4,4	4,5	4,5	4,6	4,7	4,7	4,8	4,9	4,9	5,0

ТАБЛИЦА II.

РЕДУКЦИЈА ПРИТИСКА НА МОРСКИ НИВО

(Нађени број у таблици додаје се притиску редуцираном на 0°)

Надморска висина барометра	Барометар редуциран на 0°	ТЕМПЕРАТУРА ВАЗДУХА										
m	mm	—20° mm	—15° mm	—10° mm	—5° mm	0° mm	5° mm	10° mm	15° mm	20° mm	25° mm	30° mm
10	720	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
	740	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8
	760	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
	780	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
20	720	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,6	1,7
	740	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7
	760	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7
	780	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7
30	720	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,4
	740	3,0	3,0	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5
	760	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,5
	780	3,2	3,1	3,1	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,6
40	720	3,9	3,8	3,7	3,7	3,6	3,5	3,5	3,4	3,3	3,3	3,2
	740	4,0	3,9	3,8	3,8	3,7	3,6	3,6	3,5	3,4	3,4	3,3
	760	4,1	4,0	3,9	3,9	3,8	3,7	3,7	3,6	3,5	3,5	3,4
	780	4,2	4,1	4,0	4,0	3,9	3,8	3,8	3,7	3,6	3,6	3,5
50	720	4,9	4,8	4,7	4,7	4,5	4,4	4,3	4,3	4,2	4,1	4,0
	740	5,0	4,9	4,8	4,8	4,6	4,5	4,5	4,4	4,3	4,2	4,1
	760	5,2	5,1	4,9	4,9	4,8	4,7	4,6	4,5	4,4	4,3	4,2
	780	5,3	5,2	5,1	5,0	4,9	4,8	4,7	4,6	4,5	4,4	4,4
100	710	9,7	9.5	9,3	9,1	8,9	8,8	8,6	8,4	8,3	8,1	8,0
	730	10,0	9,8	9,6	9,4	9,2	9,0	8,8	8,7	8,5	8,4	8,2
	750	10,2	10,0	9,8	9,6	9,3	9,2	9,1	8,9	8,7	8,6	8,4
	770	10,5	10,3	10,1	9,9	9,7	9,5	9,3	9,1	9,0	8,8	8,6
200	710	19,6	19,1	18,8	18,4	18,0	17,6	17,3	17,0	16,7	16,4	16,1
	730	20,1	19 7	19,3	18,8	18,5	18,1	17,8	17,5	17,1	16,8	16,5
	750	20,6	20,2	19,8	19,5	19,0	18,6	18,3	17,9	17,6	17,3	17,0
	770	21,2	20,8	20,3	19,9	19,5	19,1	18,7	18.4	18,1	17,7	17,4
300	700	29,1	28,5	27,9	27,3	26,8	26,1	25,6	25,2	24,7	24,2	23,8
	720	30,0	29.3	28,7	28,1	27,5	26,9	26,4	25,9	25,4	24 9	24,5
	740	30 7	30,0	29,4	28,8	28,3	27,6	27,1	26,6	26,1	25,6	25,1
	760	31,5	30,8	30,2	29,6	29,0	28,3	27,8	27,3	26,8	26,2	25,9
400	690	38,0	37,7	36,9	36,1	35,4	34.7	34,0	33,4	32,8	32,1	31,6
	710	39,6	38,8	38,0	37,2	36,4	35,7	35,0	34,8	33,7	33,1	32,5
	730	40,7	39,8	38,9	38,1	37,4	36,7	36,0	35,3	34,7	34,0	33,4
	750	41,8	40,8	40.8	39,2	38,4	37,6	36,9	36,2	35 6	34,9	34,3

ТАБЛИЦА II.

РЕДУКЦИЈА ПРИТИСКА НА МОРСКИ НИВО

(наставак)

(Нађени број у таблици додаје се притиску редуцираном на 0°)

Морска висина барометра m	Барометар редуциран на 0° mm	ТЕМПЕРАТУРА ВАЗДУХА										
		—20° mm	—15° mm	—10° mm	—5° mm	0° mm	5° mm	10° mm	15° mm	20° mm	25° mm	30° mm
500	680	47,7	47,0	45,6	44,8	43,9	43,0	42,2	41,4	40,7	39,9	39,2
	700	49,1	48,0	47,0	46,1	45,1	44,3	43,4	42,6	41,8	41,0	40,3
	720	50,4	49,3	48,3	47,3	46,4	45,5	44,6	43,8	42,9	42,2	41,4
	740	51,7	50,6	49,6	48,6	47,6	46,7	45,8	45,0	44,1	43,3	42,5
600	670	57,5	56,2	54,4	53,4	52,3	51,2	50,3	49,3	48,4	47.5	46,7
	690	58,5	57,3	56,1	54,9	53,8	52,4	51,7	50,8	49,8	48,9	48,0
	710	60,2	58,9	57,6	56,4	55,3	54,1	53,2	52,2	51,2	50,2	49,3
	730	61,5	60,4	59,1	57,9	56,8	55,7	54,6	53,6	52,6	51,6	50,7
700	670	66,6	65,7	63,8	62,5	61,3	60,1	59,0	57,8	56,8	55,7	54,7
	690	68,6	67,1	65,7	64,4	63,1	61,8	60,6	59,5	58,4	57,3	56,3
	710	70,5	69,0	67,5	66,1	64,8	63,5	62,3	61,1	60,0	58,9	57,8
	730	72,2	70,7	69,3	67,9	66,5	65,2	64,0	62,8	61,6	60,5	59,4
800	660	75,8	74,6	72,3	70,9	69,5	68,1	66,7	65,4	64,1	62,9	61,6
	680	77,2	76,5	74,8	73,1	71,6	70,1	68,7	67,4	66,1	64,8	63,6
	700	80,6	78,6	76,9	75,3	73,8	72,1	70,8	69,4	68,0	66,8	65,6
	720	82,6	80,8	79,0	77,3	75,8	74,1	72,8	71,3	70,0	68,6	67,3
900	640	83,5	81,5	79,1	78,1	76,3	74,8	73,2	71,7	70,4	69,0	67,7
	660	86,0	84,5	82,1	80,4	78,6	77,0	75,4	74,0	72,6	71,1	69,8
	680	87,4	85,4	83,5	82,9	81,1	79,4	77,8	76,2	74,7	73,0	71,9
	700	91,2	89,2	87,2	85,3	83,5	81,7	80,1	78,5	76,9	75,4	74,1
1000	650	94,7	92,4	90,5	88,4	86,7	85,0	83,2	81,4	79,9	78,4	76,8
	670	97,8	95,4	93.3	91,3	89,5	87,6	85,8	84,0	82,3	80,8	79,2
	690	100,7	98,4	96,2	94,1	92,1	90,2	88,2	86,6	84,9	83,3	81,7

ТАБЛИЦА III.

РЕДУКЦИЈА ПРИТИСКА НА НОРМАЛНУ ТЕЖУ

А. — Корекција географске ширине

Ширина корекција		ПРИТИСАК								
одувети —	додати +	450	500	550	600	650	700	750	800	Разлика за 10 м/м
°	°	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0	90	1,19	1,32	1,45	1,59	1,72	1,85	1,98	2,12	0,0264
2	88	1,19	1,32	1,45	1,58	1,71	1,85	1,98	2,11	0,0264
4	86	1,18	1,31	1,44	1,57	1,70	1,83	1,96	2,09	0,0262
6	84	1,16	1,29	1,42	1,55	1,68	1,81	1,94	2,07	0,0259
8	82	1,14	1,27	1,40	1,53	1,65	1,78	1,91	2,03	0,0254
10	80	1,12	1,24	1,37	1,49	1,62	1,74	1,86	1,99	0,0249
12	78	1,09	1,21	1,33	1,45	1,57	1,69	1,81	1,93	0,0242
14	76	1,05	1,17	1,28	1,40	1,52	1,63	1,75	1,87	0,0233
16	74	1,01	1,12	1,23	1,35	1,46	1,57	1,68	1,79	0,0224
18	72	0,96	1,07	1,18	1,28	1,39	1,50	1,60	1,74	0,0214
20	70	0,91	1,01	1,11	1,22	1,32	1,42	1,52	1,62	0,0203
22	68	0,86	0,95	1,05	1,14	1,24	1,33	1,43	1,52	0,0190
24	66	0,80	0,88	0,97	1,06	1,15	1,24	1,33	1,42	0,0177
26	64	0,73	0,81	0,90	0,98	1,06	1,14	1,22	1,30	0,0163
28	62	0,66	0,74	0,81	0,89	0,96	1,03	1,11	1,18	0,0148
30	60	0,59	0,66	0,73	0,79	0,86	0,93	0,99	1,06	0,0132
32	58	0.52	0,58	0,64	0,69	0,75	0,81	0,87	0,93	0,0116
34	56	0,45	0,50	0,54	0,59	0,64	0,69	0,74	0,79	0,0099
36	54	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	0,57	0,61	0,65	0,0082
38	52	0,29	0,32	0,35	0,38	0,42	0,45	0,48	0,51	0,0064
40	50	0,21	0,23	0,25	0,28	0,30	0,32	0,34	0,37	0,0046
42	48	0,12	0,14	0,15	0,17	0,18	0,19	0,21	0,22	0,0028
44	46	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,0009
45°		0,00	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000

Б. — Корекција висине

висина	средњи притисак	корекција	висина	средњи притисак	корекција
m		mm	m		mm
100	751	—0,01	1000	650	—0,13
200	742	—0,03	1500	610	—0,18
300	733	—0,04	2000	570	—0,22
400	724	—0,06	2500	540	—0,26
500	715	—0,07	3000	500	—0,29
600	707	—0,08	3500	470	—0,32
700	698	—0,10	4000	440	—0,34
800	690	—0,11	4500	410	—0,36
900	681	—0,12	5000	380	—0,37
1000	675	—0,13			

ТАБЛИЦА IV.

ПРЕВОД МИЛИБАРА АТМОСФЕРСКОГ ПРИТИСКА НА МИЛИМЕТРЕ И ОБРАТНО

Атмосферски притисак у мм	ДЕСЕТИ ОД МИЛИМЕТРА									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
mm 710	946,6	946,7	946,9	947,0	947,1	947,3	947,4	947,5	947,7	947,8
711	47,9	48,1	48,2	48,3	48,5	48,6	48,7	48,9	49,0	49,1
712	49,3	49,4	49,5	49,7	49,8	49,9	50,1	50.2	50,3	50,5
713	50,6	50,7	50,9	51,0	51,1	51,3	51,4	51,5	51,7	51,8
714	51,9	52,1	52,2	52,3	52,5	52,6	52,7	52,9	53,0	53,1
715	953,3	953,4	953,5	953,7	953,8	953,9	954,1	954,2	954,3	954,5
716	54,6	54,7	54,9	55,0	55,1	55,3	55,4	55,5	55,7	55,8
717	55,9	56,1	56,2	56,3	56,5	56,6	56,7	56,9	57,0	57,1
718	57,3	57,4	57,5	57,7	57,8	57,9	58,1	58,2	58,3	58,5
719	58,6	58,7	58,9	59,0	59,1	59,3	59,4	59,5	59,7	59,8
720	959,9	960,1	960,2	960,3	960,5	960,6	960,7	960,9	961,0	961,1
721	61,3	61,4	61,5	61,7	61,8	61,9	62,1	62,2	62,3	62,5
722	62,6	62,7	62,9	63,0	63,1	63,3	63,4	63,5	63,7	63,8
723	63,9	64,1	64,2	64,3	64,5	64,6	64,7	64,9	65,0	65,1
724	65,3	65,4	65,5	65,7	65,8	65,9	66,1	66,2	66,3	66,5
725	966,6	966,7	966,9	967,0	967,1	967,3	967,4	967,5	967,7	967,8
726	67,9	68,1	68,2	68,3	68,5	68,6	68,7	68,9	69,0	69,1
727	69,3	69,4	69,5	69,7	69,8	69,9	70,1	70,2	70,3	70,5
728	70,6	70,7	70,9	71,0	71,1	71,3	71,4	71,5	71,7	71,8
729	71,9	72,1	72,2	72,3	72,5	72,6	72,7	72,9	73,0	73,1
730	973,3	973,4	973 5	973,7	973,8	973,9	974,1	974,2	974,3	974,5
731	74,6	74,7	74,9	75,0	75,1	75,3	75,4	75,5	75,7	75,8
732	75,9	76,1	76,2	76,3	76,5	76,6	76,7	76,9	77,0	77,1
733	77,3	77,4	77,5	77,7	77,8	77,9	78,1	78,2	78,3	78,5
734	78,6	78,7	78,9	79,0	79,1	79,3	79,4	79,5	79,7	79,8
735	979,9	980,1	980,2	980,3	980,5	980,6	980,7	980,9	981,0	981,1
736	81,3	81,4	81,5	81,7	81,8	81,9	82,1	82,2	82,3	82,5
737	82,6	82,7	82,9	83,0	83,1	83,3	83,4	83,5	83,7	83,8
738	83,9	84,1	84,2	84,3	84,5	84,6	84,7	84,9	85,0	85,1
739	85 3	85,4	85,5	85,7	85,8	85,9	86,1	86,2	86,3	86,5
740	986,6	986,7	986,9	987,0	987,1	987,3	987,4	987,5	987,7	987,8
741	87,9	88,1	88,2	88,3	88,5	88,6	88,7	88,9	89,0	89,1
742	89,3	89,4	89,5	89,7	89,8	89,9	90,1	90,2	90,3	90,4
743	90,6	90,7	90,9	91,0	91,1	91,3	91,4	91,5	91,7	91,8
744	91,9	92,1	92,2	92,3	92,5	92,6	92,7	92,9	93.0	93,1
745	993,3	993,4	993,5	993,7	993,8	993,9	994,1	994,2	994,3	994,4
746	94,6	94,7	94,9	95,0	95,1	95,3	95,4	95,5	95,7	95,8
747	95,9	96,1	96,2	96,3	96,5	96,6	96,7	96,9	97,0	97,1
748	97,3	97,4	97,5	97,7	97,8	97,9	98,1	98,2	98,3	98,5
749	98,6	98,7	98,9	99,0	99,1	99,3	99,4	99,5	99,7	99,8

ТАБЛИЦА IV.

ПРЕВОД МИЛИБАРА АТМОСФЕРСКОГ ПРИТИСКА НА МИЛИМЕТРЕ И ОБРАТНО

(наставак)

Атмосферски притисак у мм.	ДЕСЕТИ ОД МИЛИМЕТРА									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
mm 750	999,9	1000,1	1000,2	1000,3	1000,5	1000,6	1000,7	1000,9	1000,0	1001,1
751	1001,3	01,4	01,5	01,7	01,8	01,9	02,1	02,2	02,3	02,5
752	02,6	02,7	02,9	03,0	03,1	03,3	03,4	03,5	03,7	03,8
753	03,9	04,1	04,2	04,3	04,4	04,6	04,7	04,9	05,0	05,1
754	05,3	05,4	05,5	05,7	05,8	05,9	06,1	06,2	06,3	06,5
755	1006,6	1006,7	1006,9	1007,0	1007,1	1007,3	1007,4	1007,5	1007,7	1007,8
756	07,9	08,1	08,2	08,3	08,5	08,6	08,7	08,9	09,0	09,1
757	09,3	09,4	09,5	09,7	09,8	09,9	10,1	10,2	10,3	10,5
758	10,6	10,9	10,9	11,0	11,1	11,3	11,4	11,5	11,7	11,8
759	11,9	12,1	12,2	12,3	12,5	12,6	12,7	12,9	13,0	13,1
760	1013,3	1013,4	1013,5	1013,7	1013,8	1013,9	1014,1	1014,2	1014,3	1014,5
761	14,6	14,7	14,9	15,0	15,1	15,3	15,4	15,5	15,7	15,8
762	15,9	16,1	16,2	16,3	16,5	16,6	16,7	16,9	17,0	17,1
763	17,3	17,4	17,5	17,7	17,8	17,9	18,1	18,2	18,3	18,5
764	18,6	18,7	18,9	19,0	19,1	19.3	19,4	19,5	19,7	19,8
765	1019,9	1020,1	1020,2	1020,3	1020,5	1020,6	1020,7	1020,9	1021,0	1021.1
766	21,3	21,4	21,5	21,7	21,8	21,9	22,1	22,2	22,3	22,5
767	22,6	22,7	22,9	23,0	23,1	23,3	23,4	23,5	23,7	23,8
768	23,9	24,1	24,2	24,3	24,5	24,6	24,7	24,9	25,0	25,1
769	25,3	25,4	25,5	25,7	25,8	25,9	26,1	26,2	26,3	26,5
770	1026,6	1026,7	1026,9	1027,0	1027,1	1027,3	1027,4	1027,5	1027,7	1027,8
771	27,9	28,1	28,2	28,3	28,5	28,6	28,7	28,9	29,0	29,1
772	29,3	29,4	29,5	29,7	29,8	29,9	30,1	30,2	30,3	30.5
773	30,6	30,7	30,9	31,0	31,1	31,3	31,4	31,5	31,7	31,8
774	31,9	32,1	32,2	32,3	32,5	32,6	32,7	32,9	33,0	33.1
775	1033,3	1033,4	1033,5	1033,7	1033,8	1033,9	1034,1	1034,2	1034,3	1034 5
776	34,6	34,7	34,9	35,0	35,1	35,3	35,4	35,5	35,7	35,8
777	35,9	36,1	36,2	36,3	36,5	36,6	36,7	36,9	37,0	37,1
778	37,3	37,4	37,5	37,7	37,8	37,9	38,1	38,2	38,3	38,5
779	38,6	38,7	38,9	39,0	39,1	39,3	39,4	39,5	39,7	39,8
780	1039,9	1040,1	1040,2	1040,3	1040,5	1040,6	1040,7	1040,9	1041,0	1041,1
781	41,3	41,4	41,5	41,7	41,8	41,9	42,1	42,2	42,3	42,5
782	42,6	42,7	42,9	43,0	43,1	43,3	43,4	43,5	43,7	43,8
783	43,9	44,1	44,2	44,3	44,5	44,6	44,7	44,9	45,0	45,1
784	45,3	45,4	45,5	45,7	45,8	45,9	46,1	46,2	46,3	46,5
785	1046,6	1046,7	1046,9	1047,0	1047,1	1047,3	1047,4	1047,5	1047,7	1047,8
786	47,9	48,1	48,2	48,3	48.5	48,6	48,7	48,9	49,0	49.1
787	49,3	49,4	49,5	49,7	49,8	49,9	50,1	50,2	50,3	50,5
788	50,6	50,7	50,9	51,0	51,1	51,3	51,4	51,5	51,7	51,8
789	51,9	52,1	52,2	52,3	52,5	52,6	52,7	52,9	53,0	53,1

ТАБЛИЦА V.

ИЗНАЛАЖЕЊЕ МАКСИМАЛНОГ ПРИТИСКА (НАПОНА) ВОДЕНЕ ПАРЕ

Степени	ДЕСЕТИ ОД СТЕПЕНА									
	0°,0	0°,1	0°,2	0°,3	0°,4	0°,5	0°,6	0°,7	0°,8	0°,9
°	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
−29	0,32	0,32	0,32	0 31	0,31	0,31	0,31	0,30	0,30	0.30
−28	0.36	0,35	0,35	0,35	0,34	0 34	0,34	0,33	0,33	0,33
−27	0 40	0,39	0.39	0.39	0,38	0,38	0,37	0,37	0,37	0.36
−26	0,44	0,43	0,43	0,43	0,42	0,42	0,41	0,41	0,41	0,40
−25	0,48	0,48	0,47	0,47	0,47	0,46	0,46	0.45	0,45	0,44
−24	0,53	0,53	0.52	0,52	0 51	0,51	0,50	0,50	0,49	0,49
−23	0,59	0,58	0,58	0,57	0,57	0,56	0,56	0,55	0,55	0,54
−22	0.65	0,64	0,64	0,63	0,62	0,62	0,61	0,61	0,60	0,60
−21	0,71	0,71	0,70	0,69	0,69	0,68	0,67	0,67	0,66	0,65
−20	0,79	0,78	0,77	0,77	0,76	0,75	0,74	0,74	0,73	0,72
−19	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79
−18	0,96	0,95	0,94	0.93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,88
−17	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96
−16	1,15	1,14	1,13	1,12	1,11	1,10	1,09	1,08	1,07	1,06
−15	1,26	1,25	1,24	1,22	1,21	1,20	1,19	1,18	1,17	1,16
−14	1,38	1,36	1,35	1,34	1,33	1,32	1,30	1,29	1.28	1,27
−13	1,51	1,49	1,48	1,47	1.45	1,44	1,43	1,41	1,40	1 39
−12	1,65	1,64	1,62	1,61	1,59	1,58	1,56	1,55	1,53	1,52
−11	1,81	1,79	1,77	1,76	1,74	1,73	1,71	1 70	1,68	1,67
−10	1,97	1 96	1,94	1,92	1,91	1,89	1,87	1,86	1,84	1,82
− 9	2,15	2,14	2,12	2,10	2,08	2,06	2,05	2,03	2 01	1,99
− 8	2,35	2,33	2 31	2,29	2,27	2,25	2,23	2,21	2,19	2,17
− 7	2,56	2,54	2,51	2,49	2,47	2,45	2.43	2,41	2,39	2,37
− 6	2,79	2,76	2,74	2,72	2,69	2,67	2,65	2,62	2,60	2.58
− 5	3.03	3.01	2,98	2,96	2,93	2,91	2.88	2,86	2,83	2,81
− 4	3,30	3,27	3,24	3,22	3,19	3,16	3,14	3,11	3,08	3,06
− 3	3,59	3,56	3,53	3.50	3,47	3,44	3,41	3,38	3,35	3,33
− 2	3,89	3,86	3,83	3,80	3,77	3,74	3,71	3,68	3,65	3,62
− 1	4,22	4,19	4,16	4,12	4,09	4.06	4,02	3,99	3,96	3,93
− 0	4,58	4.54	4,51	4,47	4,43	4,40	4,36	4,33	4,29	4,26
+ 0	4,58	4,61	4,65	4,68	4,71	4,75	4,78	4.82	4,85	4,89
1	4,92	4.96	4,99	5 03	5,06	5,10	5,14	5,17	5,21	5,25
2	5,29	5,32	5,36	5,40	5,44	5,48	5,52	5,56	5,60	5,64
3	5,68	5,72	5,76	5,80	5,84	5,88	5,92	5,96	6,00	6,05
4	6,09	6,13	6,17	6,22	6,26	6,31	6,35	6,39	6,44	6 48
5	6,53	6,57	6,62	6 67	6,71	6,76	6,81	6,85	6,90	6,95
6	7,00	7,05	7,09	7,14	7,19	7,24	7,29	7,34	7,39	7,44
7	7,49	7,55	7,60	7,65	7,70	7,76	7.81	7,86	7.91	7,97
8	8,02	8,08	8,13	8,19	8.24	8,30	8,36	8 41	8,47	8,53
9	8,58	8,64	8,70	8.76	8,82	8 88	8.94	9.00	9,06	9,12

ТАБЛИЦА V.

ИЗНАЛАЖЕЊЕ МАКСИМАЛНОГ ПРИТИСКА (НАПОНА) ВОДЕНЕ ПАРЕ

(Наставак)

Степени	ДЕСЕТИ ОД СТЕПЕНА									
	0°,0	0°,1	0°,2	0°,3	0°,4	0°,5	0°,6	0°,7	0°,8	0°,9
°	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
+10	9,18	9,24	9.30	9,36	9,43	9,49	9,55	9,62	9,68	9,75
11	9,81	9,88	9,94	10.01	10,07	10,14	10.21	10,27	10,34	10,41
12	10,48	10,55	10,62	10 69	10,76	10,83	10,90	10,97	11,04	11,11
13	11,19	11,26	11,33	11,41	11,48	11,56	11,63	11,71	11,78	11,86
14	11,94	12 01	12,09	12,17	12,25	12,33	12,41	12.49	12,57	12,65
15	12,73	12,81	12,89	12,97	13,06	13,14	13,23	13,31	13,39	13,48
16	13,57	13,65	13,74	13,83	13,91	14,00	14,09	14,18	14,27	14,36
17	14,45	14,54	14,63	14,72	14,82	14,91	15,00	15,10	15,19	15,29
18	15,38	15,48	15,58	15,67	15,77	15,87	15,97	16,07	16,17	16,27
19	16 37	16,47	16,57	16 67	16,78	16,88	16,98	17,09	17,19	17,30
20	17,41	17,51	17,62	17,73	17,84	17,95	18,06	18,17	18,28	18,39
21	18,50	18.62	18,73	18.84	18,96	19,07	19,19	19,31	19,42	19.54
22	19,66	19,78	19,90	20,02	20,14	20,26	20,39	20.51	20,63	20,76
23	20,88	21,01	21,14	21,26	21,39	21,52	21,65	21,78	21,91	22,05
24	22,18	22,31	22,45	22,58	22,72	22,85	22,99	23,13	23,27	23,41
25	23,55	23,69	23,83	23,97	24,11	24,26	24,40	24,55	24,69	24,84
26	24,99	25,14	25,28	25,43	25,58	25,74	25,89	26,04	26,20	26,35
27	26,51	26,66	26,82	26,98	27,13	27.29	27,45	27,62	27,78	27,94
28	28,10	28,27	28,43	28 60	28,77	28,93	29,10	29,27	29,44	29,61
29	29,79	29,96	30,13	30,31	30.48	30,66	30,84	31,02	31,19	31,37
30	31,56	31.74	31,92	32,10	32,29	32,47	32,66	32,85	33,04	33.23
31	33,42	33,61	33,80	33,99	34,19	34,38	34,58	34,78	34,97	35,17
32	35,37	35,57	35,78	35,98	36,18	36,39	36,59	36,80	37,01	37,22
33	37,43	37,64	37,85	38 06	38,28	38,49	38,71	38,93	39,15	39,37
34	39,59	39,81	40,03	40,25	40.48	40,71	40,93	41,16	41,39	41,62
35	41,85	42,09	42,32	42.55	42,79	43,03	43,27	43,51	43,75	43,99
36	44,23	44,48	44,72	44,97	45,22	45,46	45,71	45,97	46,22	46,47
37	46,73	46,99	47,24	47,50	47.76	48.02	48,28	48,55	48,81	49,08
38	49,35	49,61	49,88	50.16	50,43	50,70	50,98	51,25	51,53	51,81
39	52,09	52,37	52,65	52,94	53,22	53,51	53,80	54,09	54,38	54,67
40	54,97	55,26	55,56	55,85	56,15	56,45	56,76	57,06	57,36	57,67
41	57,98	58,29	58,60	58,91	59,22	59,54	59,85	60,17	60,49	60,81
42	61,13	61,46	61,78	62.11	62.43	62,76	63,10	63,43	63,76	64,10
43	64,43	64.77	65,11	65,45	65,80	66,14	66,49	66,84	67,19	67,54
44	67,89	68,24	68,60	68,96	69,32	69,68	70,04	70,40	70,77	71,15
45	71,50	71,87	72,25	72 62	72,99	73,37	73,75	74,13	74,51	74,90
46	75,28	75,67	76,06	76.45	76,84	77,24	77,63	78,03	78,43	78,83
47	79.23	79,64	80,04	80,45	80,86	81,27	81,69	82,10	82,52	82,94
48	83,36	83,78	84,21	84,63	85,06	85,49	85,92	86,36	86,79	87,23
49	87,67	88,11	88,55	89.00	89,45	89,90	90,35	90,80	91,25	91,71

ТАБЛИЦА VI.

РАЧУНАЊЕ ПРИТИСКА (НАПОНА) ВОДЕНЕ ПАРЕ ПОМОЋУ ПСИХРОМЕТРА

Притисак 750 мм.

t—t'	ДЕСЕТИ ОД СТЕПЕНА										Корекција притиска за 100 мм
	0°,0	0°,1	0°,2	0°,3	0°,4	0°,5	0°,6	0°,7	0°,8	0°,9	
Мокри термометар испод 0°.											
°	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0	0,00	0,05	0,10	0,16	0,21	0,26	0,31	0,36	0,41	0,47	0,00
1	0,52	0,57	0,62	0,67	0,72	0,78	0,83	0,88	0,93	0,98	0,07
2	1,03	1,09	1,14	1,19	1,24	1,29	1,35	1,40	1,45	1,50	0,14
3	1,55	1,60	1,66	1,71	1,76	1,81	1,86	1,91	1,97	2,02	0,21
4	2,07	2,12	2,17	2,23	2,28	2,33	2 38	2,43	2,48	2,54	0,28
5	2,59	2,64	2,69	2,74	2,79	2,85	2,90	2,95	3,00	3,05	0,35
6	3,11	3,16	3,21	3,26	3,31	3,36	3,42	3,47	3,52	3,57	0,41
7	3,62	3,67	3,73	3,78	3,83	3,88	3 93	3,98	4,04	4,09	0,48
8	4,14	4,19	4,24	4.30	4,35	4,40	4,45	4,50	4,55	4,61	0,55
9	4,66	4,71	4,76	4,81	4,86	4,92	4,97	5,02	5,07	5,12	0,62
Мокри термометар изнад 0°.											
0	0,00	0,06	0,12	0,18	0,24	0,30	0,36	0,41	0,47	0,53	0,00
1	0,59	0,65	0,71	0,77	0,83	0,89	0,95	1 01	1,07	1,13	0,08
2	1,19	1,24	1,30	1,36	1,42	1,48	1,54	1,60	1,66	1,72	0,16
3	1,78	1,84	1,90	1,96	2,01	2,07	2,13	2,19	2,25	2,31	0,24
4	2,37	2,43	2,49	2,55	2,61	2,67	2,73	2,78	2,84	2,90	0,32
5	2,96	3,02	3,08	3,14	3,20	3,26	3,32	3,38	3,44	3,50	0,40
6	3,56	3,61	3,67	3,73	3,79	3,85	3,91	3,97	4,03	4,09	0,47
7	4,15	4,21	4,27	4,33	4,39	4,45	4,50	4,56	4,62	4,68	0,55
8	4,74	4,80	4,86	4 92	4,98	5,04	5,10	5,15	5,21	5,27	0,63
9	5,33	5,39	5,45	5,51	5,57	5,63	5,69	5,75	5,81	5,87	0,71
10	5,93	5,98	6,04	6,10	6,16	6,22	6,28	6,34	6,40	6,46	0,79
11	6,52	6,58	6,64	6,70	6,75	6,81	6,87	6,93	6,99	7,05	0,87
12	7,11	7,17	7,23	7,29	7,35	7,41	7,47	7,52	7,58	7,64	0,95
13	7,70	7,76	7,82	7,88	7,94	8,00	8 06	8,12	8,18	8,24	1,03
14	8,29	8,35	8,41	8,47	8,53	8,59	8,65	8,71	8,77	8,83	1,11

ТАБЛИЦА VII (А).

РАЧУНАЊЕ РЕЛАТИВНЕ ВЛАГЕ ПОМОЋУ ПСИХРОМЕТРА.

Мокри термометар испод 0°.

Мокри термометар	Разлика између оба термометара (t—t')											
	0°, 0	0°, 2	0°, 4	0°, 6	0°, 8	1°, 0	1°, 2	1°, 4	1°, 6	1°, 8	2°, 0	2°, 2
°												
—20	100	87	74	64	52	41	30	21	10	—	—	
—19	100	89	77	67	56	46	36	27	17	8	—	—
—18	100	89	78	69	59	49	40	32	23	15	6	—
—17	100	90	80	71	62	53	44	36	28	20	12	—
—16	100	90	81	73	64	56	48	40	32	25	18	11
—15	100	91	83	75	67	59	52	45	37	30	24	17
—14	100	92	84	76	69	62	55	48	41	35	28	22
—13	100	92	85	78	71	64	58	51	45	39	33	27
—12	100	93	86	79	73	66	61	55	49	43	37	32
—11	100	94	87	81	75	68	63	57	51	46	41	36
—10	100	94	87	81	76	70	65	60	54	49	44	40
— 9	100	94	88	83	77	72	67	62	57	52	47	43
— 8	100	95	89	84	79	73	68	64	59	55	50	46
— 7	100	95	90	85	80	75	70	66	62	58	53	49
— 6	100	95	90	85	81	76	72	68	63	60	55	52
— 5	100	95	90	86	82	77	73	70	65	62	58	54
— 4	100	96	91	87	83	79	75	71	67	64	60	57
— 3	100	96	92	87	84	80	76	72	69	65	62	59
— 2	100	96	92	88	84	81	77	74	70	67	64	61
— 1	100	96	92	89	85	82	78	75	72	69	65	62
0	100	96	93	89	86	82	79	76	73	70	67	64

Мокри термометар	Разлика између оба термометра (t—t')											
	2°, 4	2°, 6	2°, 8	3°, 0	3°, 2	3°, 4	3°, 6	3°, 8	4°, 0	4°, 2	4°, 4	4°, 6
°												
—12	27	22	17	12	—	—	—	—	—	—	—	—
—11	31	26	22	18	13	9	—	—	—	—	—	—
—10	35	30	26	22	18	14	10	6	—	—	—	—
— 9	39	35	30	26	22	19	15	12	8	—	—	—
— 8	42	38	34	30	26	23	20	16	13	10	7	—
— 7	45	41	38	34	31	27	24	21	18	15	12	9
— 6	48	44	41	38	34	31	28	25	22	19	16	13
— 5	51	47	44	41	37	34	31	28	26	23	20	18
— 4	53	50	47	44	41	38	35	32	29	27	24	22
— 3	56	52	49	46	43	41	38	35	33	30	28	25
— 2	58	55	52	49	46	43	41	38	36	33	31	28
— 1	60	57	54	51	48	46	43	41	39	36	34	32
0	61	58	56	53	51	48	46	43	41	39	37	35

ТАБЛИЦА VII (Б).

РАЧУНАЊЕ РЕЛАТИВНЕ ВЛАГЕ ПОМОЋУ ПСИХРОМЕТРА.

Мокри термометар изнад 0°.

Мокри тер-мометар	Разлика између оба термометра (t—t')											
	0°, 0	0°, 2	0°, 4	0°, 6	0°, 8	1°, 0	1°, 2	1°, 4	1°, 6	1°, 8	2°, 0	2°, 2
0°	100	96	92	88	85	81	78	74	71	67	64	61
1	100	96	92	89	85	82	79	75	72	69	66	63
2	100	96	93	89	86	83	79	76	73	70	67	65
3	100	97	93	90	87	84	80	77	74	71	69	66
4	100	97	93	90	87	84	81	78	76	73	70	67
5	100	97	94	91	88	85	82	79	77	74	71	69
6	100	97	94	91	88	85	83	80	77	75	72	70
7	100	97	94	91	89	86	83	81	78	76	73	71
8	100	97	94	92	89	87	84	82	79	77	74	72
9	100	97	95	92	90	87	85	82	80	78	75	73
10	100	97	95	92	90	88	85	83	81	78	76	74
11	100	97	95	93	90	88	86	83	81	79	77	75
12	100	98	95	93	91	88	86	84	82	80	78	76
13	100	98	95	93	91	89	87	85	83	80	79	77
14	100	98	95	93	91	89	87	85	83	81	79	77
15	100	98	96	93	91	89	87	85	83	82	80	78
16	100	98	96	94	62	90	88	86	84	82	80	79
17	100	98	96	94	92	90	88	86	84	83	81	79
18	100	98	96	94	92	90	88	87	85	83	81	80
19	100	98	96	94	92	91	89	87	85	84	82	80
20	100	98	96	94	93	91	89	87	86	84	82	81
21	100	98	96	95	93	91	89	88	86	84	83	81
22	100	98	96	95	93	91	90	88	86	85	83	82
23	.100	98	96	95	93	92	90	88	87	85	84	82
24	100	98	97	95	93	92	90	89	87	85	84	83
25	100	98	97	95	93	92	90	89	87	86	84	83
26	100	98	97	95	94	92	91	89	88	86	85	83
27	100	98	97	95	94	92	91	89	88	86	85	84
28	100	98	97	95	94	92	91	89	88	87	85	84
29	100	98	97	95	94	93	91	90	88	87	86	84
30	100	98	97	96	94	93	91	90	89	87	86	85
31	100	99	97	96	94	93	91	90	89	87	86	85
32	100	99	97	96	94	93	92	90	89	88	86	85
33	100	99	97	96	94	93	92	90	89	88	87	85
34	100	99	97	96	95	93	92	91	89	88	87	86
35	100	99	97	96	95	93	92	91	89	88	87	86

ТАБЛИЦА VII (Б).

РАЧУНАЊЕ РЕЛАТИВНЕ ВЛАГЕ ПОМОЋУ ПСИХРОМЕТРА.

Мокри термометар изнад 0°.

(наставак)

Мокри тер-мометар	Разлика између оба термометра (t—t')											
	2°, 4	2°, 6	2°, 8	3°, 0	3°, 2	3°, 4	3°, 6	3°, 8	4', 0	4°, 2	4°, 4	4°, 6
0°	58	55	52	49	47	44	41	39	36	34	31	29
1	60	57	54	52	49	46	44	41	39	37	34	32
2	62	59	56	54	51	49	46	44	42	39	37	35
3	63	61	58	56	53	51	49	46	44	42	40	38
4	65	62	60	57	55	53	51	48	46	44	42	40
5	66	64	62	59	57	55	53	51	48	46	44	42
6	68	65	63	61	59	56	54	52	50	48	46	45
7	69	67	64	62	60	58	56	54	52	50	48	47
8	70	68	66	64	61	60	58	56	54	52	50	48
9	71	69	67	65	63	61	59	57	55	54	52	50
10	72	70	68	66	64	62	61	59	57	55	54	52
11	73	71	69	67	65	64	62	60	58	57	55	53
12	74	72	70	68	66	65	63	61	60	58	56	55
13	75	73	71	69	68	66	64	63	61	59	58	56
14	75	74	72	70	68	67	65	64	62	61	59	57
15	76	74	73	71	69	68	66	65	63	62	60	59
16	77	75	74	72	70	69	67	66	64	63	61	60
17	78	76	74	73	71	70	68	67	65	64	62	61
18	78	77	75	73	72	70	69	67	66	65	63	62
19	79	77	76	74	73	71	70	68	67	66	64	63
20	79	78	76	75	73	72	70	69	68	66	65	64
21	80	78	77	75	74	73	71	70	68	67	66	65
22	80	79	77	76	74	73	72	70	69	68	67	65
23	81	79	78	76	75	74	72	71	70	69	67	66
24	81	80	78	77	76	74	73	72	70	69	68	67
25	82	80	79	77	76	75	74	72	71	70	69	68
26	82	81	79	78	77	75	74	73	72	71	69	68
27	82	81	80	78	77	76	75	73	72	71	70	69
28	83	81	80	79	78	76	75	74	73	72	70	69
29	83	82	80	79	78	77	76	74	73	72	71	70
30	83	82	81	80	78	77	76	75	74	73	72	70
31	84	82	81	80	79	78	76	75	74	73	72	71
32	84	83	81	80	79	78	77	76	75	74	72	71
33	84	83	82	81	79	78	77	76	75	74	73	72
44	84	83	82	81	80	79	78	76	75	74	73	72
35	85	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73

ТАБЛИЦА VII (Б).

РАЧУНАЊЕ РЕЛАТИВНЕ ВЛАГЕ ПОМОЋУ ПСИХРОМЕТРА.

Мокри термометар изнад 0^{0}.

(наставак)

Мокри термометар	Разлика између оба термометра (t—t')											
	$4^{0}, 8$	$5^{0}, 0$	$5^{0}, 2$	$5^{0}, 4$	$5^{0}, 6$	$5^{0}, 8$	$6^{0}, 0$	$6^{0}, 2$	$6^{0}, 4$	$6^{0}, 6$	$6^{0}, 8$	$7^{0}, 0$
0^{0}	27	25	23	20	18	16	14	13	11	9	7	6
1	30	28	26	24	22	20	18	16	15	13	11	10
2	33	31	29	27	25	23	21	20	18	16	15	13
3	36	34	32	30	28	26	25	23	21	20	18	17
4	38	36	35	33	31	29	27	26	24	23	21	20
5	41	39	37	35	34	32	30	29	27	26	24	23
6	43	41	39	38	36	34	33	31	30	28	27	25
7	45	43	42	40	38	37	35	34	32	31	29	28
8	47	45	44	42	40	39	37	36	34	33	32	30
9	49	47	45	44	42	41	39	38	37	35	34	33
10	50	49	47	46	44	43	41	40	39	37	36	35
11	52	50	49	47	46	45	43	42	41	40	38	37
12	53	52	50	49	48	46	45	44	42	41	40	38
13	55	53	52	51	49	48	46	45	44	43	41	40
14	56	55	53	52	51	49	48	47	45	44	43	42
15	57	56	55	53	52	51	49	48	47	46	45	43
16	58	57	56	54	53	52	51	50	48	47	46	45
17	60	58	57	56	54	53	52	51	50	48	47	46
18	61	59	58	57	56	54	53	52	51	50	49	48
19	62	60	59	58	57	55	54	53	52	51	50	49
20	62	61	60	59	58	56	55	54	53	52	51	50
21	63	62	61	60	59	57	56	55	54	53	52	51
22	64	63	62	61	59	58	57	56	55	54	53	52
23	65	64	63	61	60	59	58	57	56	55	54	53
24	66	65	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54
25	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55
26	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56
27	68	67	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56
28	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57
29	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58
30	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	60	59
31	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	60
32	70	69	68	67	66	65	64	64	63	62	61	60
33	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	61
34	71	70	69	68	67	66	66	65	64	63	62	61
35	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	63	62

ТАБЛИЦА VII (Б).

РАЧУНАЊЕ РЕЛАТИВНЕ ВЛАГЕ ПОМОЋУ ПСИХРОМЕТРА.

Мокри термометар изнад 0^{0}.

(наставак)

Мокри термометар	Разлика између оба термометра (t—t')											
	$7^{0}, 2$	$7^{0}, 4$	$7^{0}, 6$	$7^{0}, 8$	$8^{0}, 0$	$8^{0}, 2$	$8^{0}, 4$	$8^{0}, 6$	$8^{0}, 8$	$9^{0}, 0$	$9^{0}, 2$	$9^{0}, 4$
0^{0}	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	8	6	5	3	—	—	—	—	—	—	—	—
2	12	10	9	7	6	4	3	—	—	—	—	—
3	15	14	12	11	9	8	7	6	4	3	—	—
4	18	17	15	14	13	11	10	9	8	7	5	4
5	21	20	19	17	16	15	13	12	11	10	9	8
6	24	23	21	20	19	18	16	15	14	13	12	11
7	27	25	24	23	22	20	19	18	17	16	15	14
8	29	28	26	25	24	22	22	21	20	18	17	16
9	31	30	29	28	26	25	24	23	22	21	20	19
10	33	32	31	30	29	28	26	25	24	23	22	21
11	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24
12	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26
13	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28
14	41	40	39	37	36	35	34	33	32	31	30	30
15	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31
16	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33
17	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	35
18	46	45	44	43	42	41	41	40	39	38	37	36
19	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37
20	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	40	39
21	50	49	48	47	46	45	44	43	43	42	41	40
22	51	50	49	48	47	46	45	45	44	43	42	41
23	52	51	50	49	48	47	47	46	45	44	43	42
24	53	52	51	50	49	49	48	47	46	45	44	43
25	54	53	52	51	50	50	49	48	47	46	45	44
26	55	54	53	52	51	50	49	49	48	47	46	45
27	56	55	54	53	52	51	50	49	49	48	47	46
28	56	55	55	54	53	52	51	50	50	49	48	47
29	57	56	55	54	54	53	52	51	50	50	49	48
30	58	57	56	55	54	54	53	52	51	50	50	49
31	58	58	57	56	55	54	53	53	52	51	50	50
32	59	58	57	57	56	55	54	53	53	52	51	50
33	60	59	58	57	56	56	55	54	53	53	52	51
34	60	59	59	58	57	56	55	55	54	53	52	52
35	61	60	59	58	58	57	56	55	55	54	53	52

ТАБЛИЦА VII (Б).

РАЧУНАЊЕ РЕЛАТИВНЕ ВЛАГЕ ПОМОЋУ ПСИХРОМЕТРА.

Мокри термометар изнад 0°.

(наставак)

Мокри термометар	Разлика између оба термометра (t—t')											
	9°, 6	10°, 0	10°, 5	11°, 0	11°, 5	12°, 0	13°, 0	14°, 0	15°, 0	6°, 0	17°, 0	18°, 0
0°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	7	5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	10	8	5	3	—	—	—	—	—	—	—	—
7	13	11	8	6	4	2	—	—	—	—	—	—
8	15	13	11	9	7	5	2	—	—	—	—	—
9	18	16	14	12	10	8	4	—	—	—	—	—
10	20	18	16	14	12	10	7	4	—	—	—	—
11	23	21	19	17	15	13	9	6	4	—	—	—
12	25	23	21	19	17	15	12	9	6	3	—	—
13	27	25	23	21	19	17	14	11	8	6	3	—
14	29	27	25	23	21	19	16	13	10	8	5	3
15	31	29	27	25	23	21	18	15	12	10	7	5
16	32	30	28	26	25	23	20	17	14	11	9	7
17	34	32	30	28	26	25	21	18	16	13	11	9
18	35	33	32	30	28	26	23	20	17	15	13	11
19	37	35	33	31	29	28	24	21	19	16	14	12
20	38	36	34	32	31	29	26	23	20	18	16	14
21	39	38	36	34	32	30	27	24	22	19	17	15
22	40	39	37	35	33	32	29	26	23	21	18	16
23	42	40	38	36	34	33	30	27	24	22	20	18
24	43	41	39	37	36	34	31	28	26	23	21	19
25	44	42	40	38	37	35	32	29	27	24	22	20
26	45	43	41	40	38	36	33	30	28	25	23	21
27	46	44	42	41	39	37	34	31	29	26	24	22
28	46	45	43	41	40	38	35	32	30	27	25	23
29	47	46	44	42	41	39	36	33	31	28	26	24
30	48	47	45	43	42	40	37	34	32	29	27	25
31	49	47	45	44	43	41	38	35	33	30	28	26
32	50	48	46	45	43	42	39	36	33	31	29	—
33	50	49	47	46	44	43	40	37	34	32	—	—
34	51	50	48	46	45	43	40	38	35	—	—	—
35	52	50	48	47	45	44	41	38	—	—	—	—

ТАБЛИЦА VII (В).

РАЧУНАЊЕ РЕЛАТИВНЕ ВЛАГЕ ПОМОЋУ ПСИХРОМЕТРА

Корекција пр итиска за 100 мм.

Мокри термометар	Разлика између оба термометра (t—t')												
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	10°	12°	14°	16°	8°
—20°	6,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—18	5,7	10,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—16	4,8	8,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—14	4,1	7,5	10,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—12	3,5	6,4	8,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—10	3,0	5,5	7,6	9,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— 8	2,5	4,7	6,6	8,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— 6	2,2	4,0	5,6	7,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— 4	1,9	3,5	4,9	6,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— 2	1,6	3,0	4,2	5,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0	1,4	2,6	3,7	4,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0	1,6	3,0	4,2	5,2	6,1	6,8	7,4	—	—	—	—	—	—
2	1,4	2,6	3,6	4,5	5,3	5,9	6,5	6,9	—	—	—	—	—
4	1,2	2,3	3,2	4,0	4,6	5,2	5,7	6,1	6,6	—	—	—	—
6	1,1	2,0	2,8	3,5	4,0	4,6	5,0	5,3	5,9	6,2	—	—	—
8	0,9	1,7	2,4	3,0	3,6	4,0	4,4	4,7	5,2	5,5	5,6	—	—
10	0,8	1,5	2,1	2,7	3,1	3,5	3,8	4,1	4,6	4,8	5,0	—	—
12	0,7	1,3	1,9	2,3	2,7	3,1	3,4	3,6	4,0	4,3	4,4	4,5	—
14	0,6	1,2	1,6	2,1	2,4	2,7	3,0	3,2	3,6	3,8	3,9	4,0	4,0
16	0,5	1,0	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	2,9	3,2	3,4	3,5	3,6	3,6
18	0,5	0,9	1,3	1,6	1,9	2,1	2,4	2,5	2,8	3,0	3,1	3,2	3,2
20	0,4	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,8	2,9	2,9
22	0,4	0,8	1,1	1,3	1,6	1,8	2,0	2,1	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7
24	0,3	0,6	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3
26	0,3	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1
28	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9
30	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7
32	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	—
34	0,2	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,0	1,2	1,3	1,3	—	—



САДРЖАЈ:

ДЕО ТРЕЋИ

ВОДА У АТМОСФЕРИ



ДЕО ЧЕТВРТИ

АТМОСФЕРСКИ ПОРЕМЕЋАЈИ ИЛИ ВРЕМЕНСКЕ ПОЈАВЕ

ДЕО ПЕТИ

ПРОГНОЗА ВРЕМЕНА

МЕТЕОРОЛОШКЕ ТАБЛИЦЕ

Штампарске грешке:

Страна	Ред	Стоји	Треба
6	16 озго	**Иториски**	**Историски**
20	3 оздо	ако	како
29	11 оздо	$4^0,59 \times 0,56 = 2^0,57$	$4,59 \times 0^056 = 2^0,57$
29	11 оздо	висини	температури
35	17 озго	4	4^0

55 страна 2 ред оздо стоји:

$$Z = 16,000 \times \frac{83,8}{1421}(1 + 0,004) \times 13,5 = 999 \text{ м.},$$

а треба да стоји:

$$Z = 16,000 \times \frac{83,8}{1421}(1 + 0,004 \times 13,5) = 994,5 \text{ м.}$$

Страна	Ред	Стоји	Треба
56	4 озго	999 + 131 = 1130	994,5 + 131 = 1125,5
74	11 оздо	Bays Ballot	Buys Ballot
83	5 озго	резлике	разлике
96	12 озго	$\ldots \times \frac{f}{760} = \frac{1}{1 + at} = \ldots$	$\ldots \times \frac{f}{760} \times \frac{1}{1 + at} = \ldots$
110	2 озго	(Altocumulus cu-mulogenitus),	(Altocumulus ca-stellatus),
111	4 озго	дууги	други
117	1 озго	$180 - i_1$ и $- i_2$	$180 - i_1 - i_2$
117	4 и 9 озго	i_1	i_2
123	5 оздо	d	α
124	2 оздо	брзини	брзине
126	9 оздо	$\gamma = 70$	$\gamma = 75$
127	15 озго	$\beta = 84^0$	$\beta = 82^0$
127	16 озго	.. sin 84×20	...sin 82×20
181	12 озго	**раздвојене**	**раздвојне**
201	13 оздо	озбочене	избочене
206	8 озго	Атили	Антили
221	11 озго	просторијама	просторима
221	20 оздо	или	и
232	12 оздо	Оборена дрвећа	Оборено дрвеће
268	У таблици II (наставак)	Морска висина барометра	Надморска висина барометра
269	У таблици III	Ширина / корекција	Ширина / Корекција
